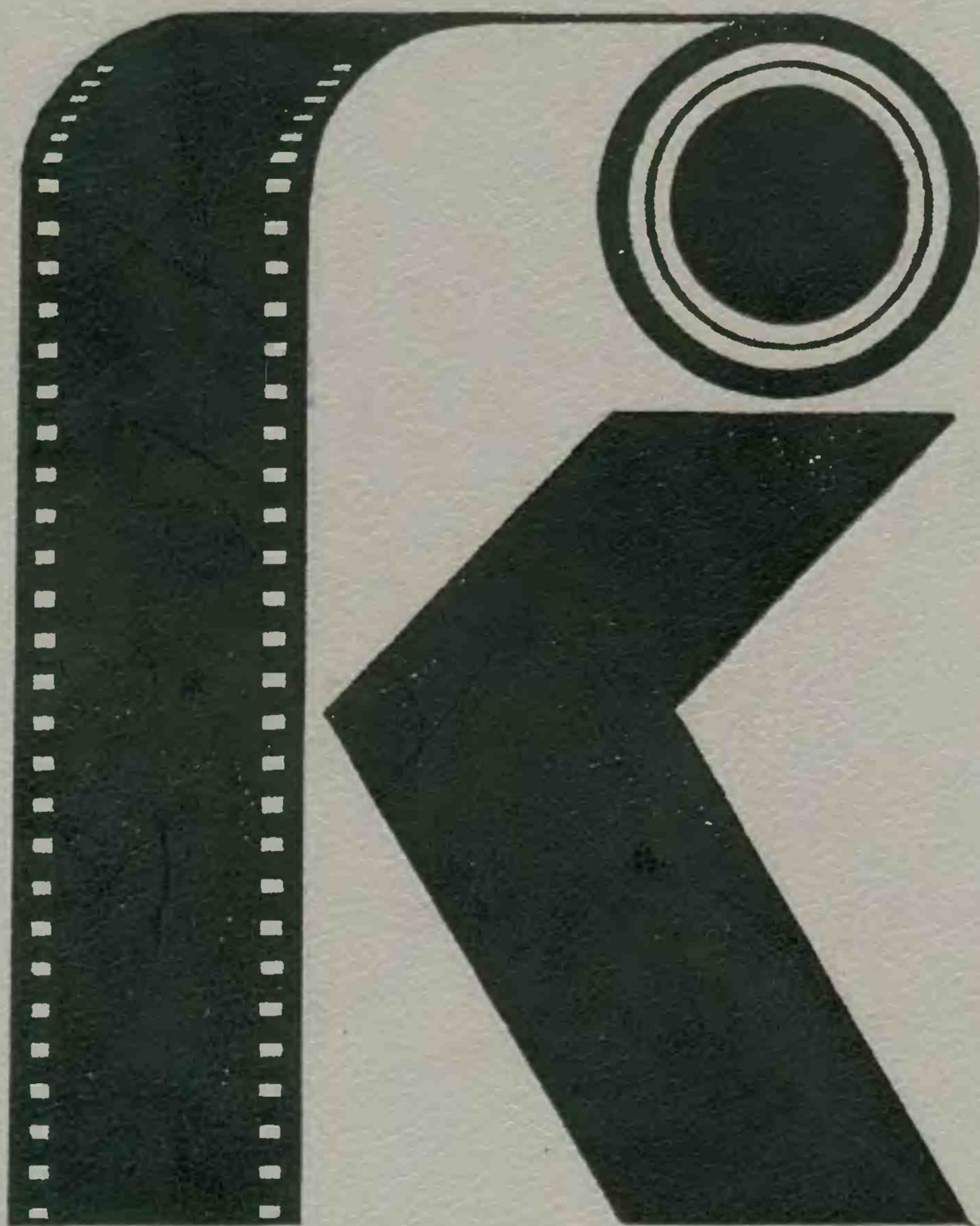


К.Г. Ершов

КИНО- СЪЕМОЧНАЯ ТЕХНИКА



МАШИНОСТРОЕНИЕ

К.Г. Ершов

КИНО- СЪЕМОЧНАЯ ТЕХНИКА



Ленинград
"Машиностроение"
Ленинградское отделение
1988



NOT-FOR-PROFIT ORGANIZATION

ББК 37.95

Е80

УДК 681.77+681.84+629.1

Рецензент канд. техн. наук *В.П. Белоусов*

Научный редактор проф. *С.М. Проворов*

Ершов К.Г.

Е80 Киносъемочная техника. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. — 272 с.: ил.

ISBN 5-217-00276-0

В книге рассмотрены технические средства киносъемки: киносъемочные аппараты (в том числе объективы киносъемочных аппаратов), вспомогательная операторская техника, средства установки и перемещения киносъемочной аппаратуры, осветительная аппаратура, средства звукозаписи на киносъемочной площадке, комплексы средств киносъемки и звукозаписи.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой и эксплуатацией киносъемочной техники.

Е $\frac{2706000000-258}{038(01)-88}$ КБ-42-17-87

ББК 37.95

ISBN 5-217-00276-0

©Издательство "Машиностроение", 1988

Киносъемочная техника — это совокупность технических средств, обеспечивающих проведение киносъемки в процессе фильмопроизводства. Причем под *киносъемкой* следует понимать художественно-творческий и одновременно производственно-технический процесс регистрации изобразительной и звуковой информации, в котором участвует основной состав съемочной группы, а также работники цехов и отделов киностудии под руководством режиссера-постановщика. Данное в работе [77] определение киносъемки как "фотографирования на киноплёнку ряда последовательных кадров, изображающих фазы движения объекта или изменения его состояния" скорее относится к более узкому понятию "съёмка изображения".

Наиболее широко вопросы технического обеспечения киносъемочного процесса рассмотрены в книге "Киносъемочная техника" под ред. Е.М. Голдовского [80]. Но она выпущена более 30 лет назад. Сегодня назрела потребность в новой информации, пересмотре проблематики. Так, нет необходимости уделять столь большое внимание дуговым источникам света и вопросам их электропитания. Цветофотографические основы киносъемки, вопросы проектирования съемочных павильонов, электропитания киноосветительных приборов и контроля киносъемочных аппаратов вообще представляются излишними в настоящем издании, так как они заслуживают отдельного обсуждения.

Вместе с тем в связи с недостаточностью или полным отсутствием информации необходимо рассмотреть:

особенности современного киносъемочного процесса и тенденции его дальнейшего совершенствования (эти два фактора определяют направления совершенствования технических средств киносъемки);

вспомогательные средства киносъемки, или так называемую "вспомогательную операторскую технику", в том числе появившиеся относительно недавно устройства дистанционного управления параметрами киносъемочных объектов, устройства компенсации колебаний киносъемочного аппарата и др.;

технические средства записи и воспроизведения фонограмм на съемочной площадке;

телевизионную технику, технику магнитной видеозаписи, управления и контроля киносъемочного процесса в сложных киносъемочных комплексах.

Конечно, различные технические средства киносъемки обсуждаются в данной книге неодинаково подробно, что зависит как от роли конкрет-

ного устройства в процессе киносъемки, так и от степени освещенности вопроса в литературе. Так, наибольшее внимание в технической литературе уделялось основному техническому средству киносъемки — киносъемочному аппарату [24, 29, 45, 49, 50, 52, 80, 190]¹. Учитывая, что в учебниках и учебных пособиях по расчету киносъемочных аппаратов, справочниках и справочных пособиях для кинооператоров и кинолюбителей довольно подробно описаны общее устройство, принципы построения, конструкции киносъемочных аппаратов и их узлов и элементов, в данной книге эти вопросы не рассматриваются, а анализируются характеристики и тенденции развития киносъемочных аппаратов.

Стремясь привлечь внимание читателей прежде всего к физической сущности описываемых явлений, процессов, характеристик, что необходимо для оценки современного состояния и тенденций развития киносъемочной техники, автор постарался обойтись без математических выкладок.

Не являясь справочником, книга содержит достаточно много фактических данных, а обширный список литературы подскажет заинтересованному читателю, к каким изданиям можно обратиться за дополнительными сведениями.

Содержание предлагаемой читателю книги сложилось в основном в процессе работы автора по созданию и совершенствованию лекционного курса по фильмопроизводству в Ленинградском институте киноинженеров.

Автор выражает искреннюю признательность за помощь специалистам в области кинотехники: Б.М. Ардашникову, проф. В.А. Бургову, проф. О.Ф. Гребенникову, В.А. Конторовичу, О.П. Макарову, А.И. Поташникову. Особую благодарность автор выражает проф. С.М. Проворнову за большой труд по научному редактированию рукописи. При подготовке рукописи к печати большую помощь автору оказали С.Б. Дементьев, Н.И. Дворко, Т.Н. Носкова, Е.А. Подгорная.

¹Наиболее широкий перечень технических средств киносъемки представлен в работе [50], но некоторые из них рассмотрены слишком кратко даже для справочника.

Высоко оценивая роль кино в деле коммунистического воспитания народа, КПСС и Советское правительство уделяют большое внимание развитию кинематографии.

Созданные за годы Советской власти во всех союзных республиках СССР 39 киностудий выпускают ежегодно порядка 150 полнометражных художественных кинофильмов, свыше 100 полнометражных телефильмов и около 1500 короткометражных фильмов. Ежегодно кинотеатры посещают более чем четыре миллиарда кинозрителей.

Огромна аудитория телевидения, демонстрирующего как фильмы, снятые на киностудиях, так и фильмы и другие киноматериалы, созданные на телецентрах. В целом показ материалов на киноплёнке занимает примерно половину времени телевизионного вещания.

Большое практическое значение имеет продукция киностудий и кинолабораторий, работающих на заводах, в конструкторских бюро, в научно-исследовательских институтах и лабораториях, где регистрируются на киноплёнку научные опыты, производственные процессы, испытания, наблюдения и т.д.

Наконец, определенное значение в жизни нашего общества имеет работа большого числа кинолюбителей, как работающих индивидуально, так и объединенных в любительские киностудии.

Во всех перечисленных вариантах создания кинопродукции процесс киносъёмки является решающим, что и определяет особую роль его технического обеспечения.

Это с некоторых пор стало нелегкой задачей, поскольку, например, важнейшее техническое средство киносъёмки — киносъёмочный аппарат — в процессе своего развития превратился в весьма сложную совокупность взаимосвязанных основных и вспомогательных систем: оптической, электромеханической, электронной, телевизионной и др.

И другие современные средства, применяемые в процессе киносъёмки, также получили значительное развитие. Усложнилась не только их разработка из-за необходимости достичь оптимального согласования зачастую противоречивых требований, но и производство, поскольку повышаются требования к точности обработки и сборки, приходится разрабатывать специальные технологические процессы.

Здесь следует отметить, что сложность создания киносъёмочной техники определяется не только серьезными требованиями к качеству изображения и звука в фильмовых материалах. Качество аппаратуры отражается — и это является спецификой кинематографа — и на худо-

жественном уровне киноматериала, так как технологические возможности, технические и эксплуатационные показатели влияют и на художественные решения, принимаемые съемочной группой. Оно влияет и на экономические показатели работы съемочной группы, например на производительность труда.

В результате большой работы ученых, конструкторов и технологов, специализирующихся в области точной механики, оптики, свето-, электро- и звукотехники, телевизионной техники, в нашей стране созданы многообразные технические средства, необходимые для съемки фильмов разных видов (обычных, широкоэкранных с анаморфированным кадром, с кашетированным кадром, широкоформатных, стереоскопических, кругорамных, полиэкранных) на всех используемых в настоящее время форматах киноплёнки (35-, 70- и 16-мм).

Вместе с тем за последние годы стала очевидной необходимость технического переоснащения фильмопроизводства на качественно новой основе, что обусловлено рядом обстоятельств, главными из которых являются [197]:

- возрастание требований к техническому качеству изображения и звука в кинофильмах;

- повышение постановочной сложности кинофильмов и требований к технической базе;

- увеличение объема съемок на натуре и в естественных интерьерах; стремление к "свободному" движению киносъемочного аппарата, расширенному использованию новых приемов съемки, подвижных средств;

- необходимость замены морально устаревшего оборудования.

В настоящее время наблюдается качественная перестройка кинотехнологии и техники, характер которой определяется особенностями современного периода НТР; она связана с использованием телевизионной техники, магнитной видеозаписи, электроники, автоматики. На киностудиях внедряются новые технические средства, традиционные по назначению, но предоставляющие более широкие технологические возможности.

Это дает уже сейчас заметный экономический эффект [197]. Средняя выработка съемочных групп при производстве полнометражных художественных кинофильмов (обычных и широкоформатных) возросла с 35,2 в 1975 г. до 47,1 полезных метров в съемочную смену в 1982 г., т.е. на 33,8 %. Средняя продолжительность съемочного периода постановки фильмов уменьшилась со 142 до 118 дней, т.е. на 24 %. Расход электроэнергии только на киностудии "Мосфильм" снизился на 40 % за счет применения новой осветительной техники, более светосильной оптики и более чувствительных киноплёнок.

Опыт отечественной и зарубежной кинематографии свидетельствует о громадном значении прогресса техники в повышении зрелищного потенциала кинофильмов. Все важнейшие этапы развития кинематографии — появление звукового, цветного, широкоэкранного и широкоформатного кинематографа со стереофонической звукопередачей, объемного кино—

связаны с прогрессом кинотехники и технологии, достижениями смежных отраслей науки и техники.

Целью этого развития было и есть, как известно, максимальное приближение условий восприятия в кинематографе к условиям восприятия в жизни. И в настоящее время усиление эмоционального воздействия кино благодаря реалистичности зрелища, высокому качеству изображения и звука, выразительности художественно-постановочного решения остается одним из важнейших требований наряду с идейно-художественными достоинствами. В этом отражается органическая связь киноискусства и кинотехники, их диалектическое единство [91].

Для дальнейшего развития технической базы киносъемочного процесса необходимы поиск новых конструкций аппаратуры и оборудования, источников света, электромеханических систем, широкое применение автоматизации и программного управления на базе микропроцессоров. Прогресс в этой области в значительной мере будет зависеть от применения достижений в области интегральной электроники, оптоэлектроники, лазерной техники и волоконной оптики, использования телевизионной техники и техники магнитной видеозаписи.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КИНОСЪЕМОЧНОГО ПРОЦЕССА

1.1. ВИДЫ КИНОСЪЕМОК И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Из всех работ по созданию кинофильма наиболее важными, сложными, трудоемкими и дорогостоящими являются работы по проведению киносъемок. Особая важность процесса киносъемок обусловлена тем, что он в самой большой степени определяет качество создаваемого кинофильма и характеризуется единством художественно-творческого процесса и использования технических средств [95].

Сложность киносъемочного процесса объясняется тем, что максимальные усилия требуются не только от съемочной группы данного кинофильма, но также и от цехов и отделов киностудии, которые должны обеспечить бесперебойную работу сложной техники, обслуживание съемочной группы для достижения высокого технического качества изобразительного и звукового материала.

Вместе с тем киносъемки характеризуются большим разнообразием и могут быть классифицированы по различным признакам, например [63]:

- по месту их проведения (павильонные, в естественных интерьерах, натурные);

- по характеру звукозаписи (синхронная¹, т.е. с записью во время съемки синхронной чистовой фонограммы; с последующим озвучиванием, т.е. с записью синхронной черновой фонограммы; с предварительным озвучиванием, т.е. съемка под фонограмму; немая съемка);

- по способу съемки (с рук, со штатива, с крана или другого специального устройства);

- по виду съемки (обычные, специальные, комбинированные);

- по характеру съемки (игровые, хроникальные или документальные, репортажные, мультипликационные);

- по виду освещения (с естественным, искусственным и смешанным освещением);

- по условиям киносъемки (обычная, т.е. наземная; подводная; воздушная);

- по движению кинокамеры (неподвижной кинокамерой, при угловом перемещении кинокамеры, при поступательном движении кинокамеры; при движении по сложной траектории в пространстве);

¹ Исторически сложившееся, в настоящее время неточное, название, так как и другие виды киносъемки со звукотехническими работами (с записью черновой фонограммы и под фонограмму) производятся синхронно, т.е. синхронно работающими киносъемочным аппаратом и магнитофоном.

по способу управления кинокамерой (местное, дистанционное и автоматическое, программное управление);

по организации съемки (обычная, т.е. одной камерой; несколькими кинокамерами, не связанными между собой; многокамерная, т.е. несколькими камерами, связанными в единый комплекс).

Высокая трудоемкость съемочного процесса обуславливается сложностью подготовки и проведения съемок, участием большого числа художественно-творческих и производственно-технических работников, применением сложной техники, специальной аппаратуры, различных устройств, приспособлений и сооружений. Этим же определяется и высокая стоимость проведения киносъемок (примерно 70 % от всех затрат на постановку игрового художественного фильма). Конечно, это в значительной степени зависит от характера кинофильма, от его постановочной сложности.

Учитывая значимость киносъемочных работ и их влияние на требования к техническим средствам для осуществления киносъемки, рассмотрим некоторые важные для дальнейшего изложения особенности различных видов киносъемок.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КИНОСЪЕМКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ЗВУКОЗАПИСИ

Павильонная киносъемка с чистовой синхронной записью звука. К началу съемочного периода съемочная группа кинофильма после большой и сложной подготовительной работы приходит с утвержденным постановочным проектом, в котором имеется вся необходимая документация по сооружению кинодекораций, их отделке и обстановке и по процессу организации съемок [95]. Цехи киностудии, имея эту документацию, проводят необходимую подготовительную работу к съемкам.

Так, в павильоне постановочно-отделочный цех возводит и отделывает декорации под наблюдением художника-постановщика съемочной группы.

Цех светотехники производит в декорации установку и монтаж требуемых осветительных приборов по схеме размещения, разработанной оператором-постановщиком.

После приемки декорации в ней устанавливаются операторские краны, тележки, рельсы, а непосредственно перед съемкой — киносъемочная камера и необходимая для осуществления звукозаписи техника.

До начала съемки съемочная группа производит опробование всей техники, репетиции с актерами непосредственно в снимаемых декорационных объектах для максимального приближения к условиям предстоящей съемки и даже пробную съемку.

Во время репетиции кинооператор (с ассистентами) корректирует характер освещения съемочной площадки, т.е. осуществляет так называемую "установку света"; проверяет соответствующими свето- и цветоизмерительными приборами освещенность объекта съемки и цветовой баланс освещения; отрабатывает движения кинокамеры во время съемки (наезды, отъезды, панорамы); уточняет и размечает изменение пара-

метров объектива в связи с изменением дистанции киносъемки (крупный, средний, общий планы, наезды, отъезды, панорамы), экспозиции и т.д.

Звукооператор (с ассистентом и техником записи) прослушивает характер звучания при проведении репетиции с актерами, уточняет расположение и перемещение (панорамирование) микрофонов во время киносъемки, характер необходимых регулировок для обработки записываемого звукового сигнала (изменение громкости, тембра звучания и т.д.).

После завершения этих работ при полном освещении и с использованием всех технических средств проводится генеральная репетиция снимаемого кадра, во время которой окончательно определяется готовность к съемке.

Когда все участники съемки готовы к ней, по команде режиссера-постановщика включаются киносъемочный и звукозаписывающий аппараты. По достижении этими аппаратами номинального значения скорости (через несколько секунд после пуска) режиссер подает команду, по которой сначала производится так называемая "синхронная отметка" на киноплёнке и магнитной ленте, позволяющая при монтаже легко найти точки носителей изображения и звука, соответствующие друг другу, что необходимо для синхронного просмотра снятых дублей и для дальнейшего синхронного звукового монтажа.

Чаще всего синхронная отметка делается с помощью давно известной "хлопушки". При резком опускании ее подвижной планки на основание раздается характерный хлопок, щелчок. Изображение хлопушки, внесенной в поле зрения кинокамеры, снимается на киноплёнку, звук же ее хлопка одновременно записывается на магнитофон. Некоторые модели киносъемочных аппаратов и магнитофонов позволяют получить стартовые синхронные отметки без хлопушки, но это не меняет сущности данной операции.

Кроме того, хлопушка выполняет адресную функцию, т.е. помогает определить принадлежность снятого материала при синхронном просмотре и отборе дублей, предварительном монтаже, звукотехнических работах, поскольку на ней обозначены название фильма, номер (по режиссерскому сценарию) снимаемого в данный момент кадра, номер дубля и вид съемки [22].

После выполнения синхронно-адресной отметки хлопушка выносится из поля зрения кинокамеры, и тогда происходит собственно съемка.

Съемка каждого кадра обычно повторяется несколько раз, т.е. делается несколько его дублей, из которых затем предстоит выбрать лучший.

Отснятая киноплёнка сдается в цех обработки киноплёнки, где проявляется негатив изображения, а затем с этого негатива производится печать рабочего позитива.

После химико-фотографической обработки отпечатанного рабочего позитива съемочная группа просматривает его на экране в специально оборудованных просмотрных залах для оценки качества (пригодности) отснятого материала и отбора лучших дублей в предварительный монтаж рабочего позитива фильма.

С оригинала записанной во время киносъемки магнитной фонограм-

мы в цехе звукотехники методом электрокопирования изготавливают рабочую копию магнитной фонограммы. Ее прослушивают в просмотровом зале одновременно и синхронно с изображением на экране и отбирают лучшие дубли фонограммы для последующего монтажа речевой фонограммы [63].

Синхронные киносъемки с записью "чистой" фонограммы, в процессе которых на киноленту снимается изображение, а на магнитную ленту записывается высококачественный звук, — самые важные в игровом фильме, но одновременно и самые сложные по организации и технологии, так как для их проведения в съемочном павильоне должна соблюдаться необходимая тишина, должны быть обеспечены оптимальные акустические условия и тщательная звукоизоляция от внешних звуковых помех. Такие киносъемки предъявляют серьезные требования к уровню шума съемочной, осветительной аппаратуры и всего оборудования, участвующего в киносъемке.

Так как получаемая при синхронной киносъемке с чистой записью звука фонограмма фильма полностью соответствует изображению, т.е. она передает именно то эмоциональное состояние актеров, которое было во время самой съемки, то в интересах художественного качества фильма съемочной группе в принципе следует стремиться возможно большую часть актерских сцен снимать синхронно [95, 119, 20]¹.

Киносъемка с записью "черновой" фонограммы. Повышенный шум киносъемочной, осветительной и какой-либо другой аппаратуры, ограниченность съемочного времени, неудовлетворительные акустические условия на месте киносъемки, участие в съемке актеров, говорящих на разных языках, нередко вынуждают съемочную группу отказываться от чистовых синхронных киносъемок. В таких случаях проводится киносъемка с так называемой черновой записью звука (с черновой фонограммой). Такая фонограмма из-за низкого качества не может быть использована в фильме и поэтому подлежит замене на высококачественную, получаемую в результате дополнительной работы по озвучиванию, которую проводят после съемки в специально оборудованных помещениях — ателье озвучивания. Черновая фонограмма помогает в этой работе и в работе по предварительному монтажу материала. Такую киносъемку называют также съемкой с последующим озвучиванием, хотя съемка с последующим озвучиванием может быть произведена и без черновой фонограммы.

Немая киносъемка. Так называемую "немую" киносъемку проводят, когда нет необходимости записывать звук во время съемки. Она является более простой с точки зрения технологии и организации по сравнению со звуковыми киносъемками и обходится дешевле.

Киносъемка под фонограмму. Это особый вид киносъемок, при котором изображение снимается под заранее записанную в оптимальных акустических условиях и воспроизводимую (синхронно с работой киносъемочного аппарата) на съемочной площадке фонограмму. Поэтому она

¹ В настоящее время доля киносъемок, синхронных с записью чистой фонограммы, невелика. И среди звукооператоров есть убежденные сторонники съемки с последующим озвучиванием [25].

называется также съемкой с предварительным озвучиванием. Такой технологический прием используется при киносъемке музыкальных (вокальных или инструментальных) и танцевальных сцен или целых фильмов, при съемке больших массовок. Киносъемка под фонограмму позволяет соединять изображение одних исполнителей с голосом или игрой на музыкальных инструментах других.

ОСОБЕННОСТИ КИНОСЪЕМОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Киносъемка на натуре. Киносъемка эпизодов фильма на натуре обогащает изобразительную сторону кинофильма, создает атмосферу большей достоверности, позволяет усилить эмоциональное воздействие кинофильма на зрителей.

Кроме повышения художественного качества фильма натурные киносъемки в отдельных случаях дают большой экономический эффект, так как киносъемка на натуре разгружает съемочные павильоны киностудии и позволяет тем самым увеличить выпуск фильмов при том же количестве павильонов.

Натурные киносъемки организуются съемочной группой в местах, выбранных заблаговременно. Выезду на место съемок (при далеком расположении места съемок это называется выездом в экспедицию) предшествует большая подготовительная работа. В ней участвуют многие цехи киностудии, готовящие соответствующую технику, аппаратуру, материалы, оборудование, костюмы, постановочные средства, транспорт.

Для улучшения организации съемок и повышения качества и удобства в работе широко используются специализированные автомашины: для осуществления звуковых работ (тонвагены); передвижные электростанции для питания осветительной аппаратуры (лихтвагены); для хранения, профилактического обслуживания и ремонта кинокамер (камервагены); для осуществления магнитной видеозаписи (видеовагены); операторские автомашины для киносъемок с движения; прицепы для перевозки необходимой вспомогательной техники; автофургоны, в которых размещают гримерные, костюмерные, игровое оружие, пиротехнику и т.д.; автокраны; ветродуйные установки и т.п.

Проведение киносъемки на натуре создает дополнительные трудности для кинооператора, которому приходится учитывать изменение интенсивности и спектрального состава естественного освещения съемочной площадки в зависимости от многих факторов: географического положения места съемки, времени года и суток, характера облачности и т.д.

Звукооператору на натуре также труднее работать из-за незащищенности съемочной площадки от внешних звуковых помех, как это имеет место в павильоне. Необходимо также во избежание специфических звуковых помех защищать микрофон от действия ветра.

Существенную трудность для работы съемочной группы в экспедиции представляет удаленность цеха обработки пленки и цеха монтажа фильмов.

На натуре широко используется съемка с различных транспортных средств (автомобилей, самолетов, вертолетов, катеров, лодок и т.д. и т.п.), съемка под водой, некоторые другие виды специальных и комбинированных съемок. Это расширяет творческие возможности кинематографа, усиливает его выразительные средства.

Иногда выделяют еще один вид киносъемки — киносъемку на натурной площадке. Отличие ее от обычной натурной съемки определяется тем, что натурная площадка располагается либо на территории киностудии, либо поблизости от нее.

Киносъемки в естественных интерьерах. Этот вид киносъемок отличается от съемок на натуре тем, что используется реальная обстановка какого-либо объекта.

ОСОБЕННОСТИ КИНОСЪЕМОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ХАРАКТЕРА

Хроникально-документальные киносъемки. Особенностью этого вида киносъемок является то, что они осуществляются в реальных условиях, в съемках участвуют не актеры, а подлинники событий. Места киносъемки могут быть самыми различными, что может вызвать значительные трудности, например аналогичные трудностям при съемке в интерьере.

Репортажные киносъемки. От обычной документальной киносъемки репортажная отличается тем, что невозможно провести репетиции и повторить киносъемку (т.е. сделать несколько дублей) из-за неповторимости события. Это требует особой оперативности, поэтому в репортажной киносъемке часто участвуют несколько кинооператоров, снимающих по согласованной программе. Репортажная киносъемка также требует высокой надежности участвующей в съемке аппаратуры и тщательной подготовки к съемке. При репортажной съемке часто невозможно использовать осветительные приборы и какую-либо специальную операторскую технику, а также записать высококачественную фонограмму.

Мультипликационные киносъемки. Этот вид киносъемок применяется при создании мультипликационных фильмов, как рисованных, так и объемных (кукольных), при киносъемке фрагментов научно-популярных и учебных фильмов, а также при изготовлении титров фильма. Такие киносъемки осуществляются покадровым методом специальными киносъемочными аппаратами или с помощью специальных киноустановок — мультстанков.

ОСОБЕННОСТИ КИНОСЪЕМОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ВИДА

Специальные киносъемки. Специальные киносъемки в отличие от обычных требуют либо специальной аппаратуры, оптики, светофильтров, киноплёнок, либо особых методик проведения съемочного процесса [100]. Они находят применение во всех видах кинематографии: художественной, документальной, научно-популярной, учебной и научно-исследовательской и служат усилению эмоционального воздействия

на зрителя, дают возможность кинооператору находить новые изобразительные решения. К ним относятся:

киносъемки с изменением частоты кадров — ускоренные (32—64 кадр./с), скоростные (до 300 кадр./с), сверхскоростные (до 1 млрд кадр./с), замедленные (менее 16 кадр./с), покадровые (обычные или с длительными интервалами — цейтраферные);

киносъемки мелких, труднодоступных и удаленных объектов — крупномасштабная киносъемка мелких объектов (макрокиносъемка) с масштабом до 40:1; микрокиносъемка через световой или электронный микроскоп; киносъемка труднодоступных объектов с помощью световодов, эндоскопов и перископов; крупномасштабная киносъемка удаленных объектов (телекиносъемка); астрономическая киносъемка (с телескопом);

киносъемки в различных зонах спектра и в специальном свете: в инфракрасных, ультрафиолетовых лучах, в свете фотолюминесценции, поляризованном и когерентном свете, рентгенокиносъемка;

воздушные и космические киносъемки: с самолетов, вертолетов, других летательных аппаратов, производимые со специально оборудованного для гашения вибраций рабочего места оператора; киносъемка свободно падающим кинооператором-парашютистом;

подводные киносъемки (проводятся обычно кинооператорами, оснащенными подводным снаряжением, вся аппаратура заключена в водонепроницаемые боксы);

киносъемки со светящихся экранов телевизионных трубок, электрооптических преобразователей и радиолокаторов.

Комбинированные киносъемки. Комбинированными называют особый вид киносъемок, при которых на киноплёнке в результате съемочных и лабораторных процессов создается изображение, не существовавшее в таком виде в действительности [92].

Комбинированные киносъемки расширяют изобразительные возможности киноискусства, повышают зрелищность кинофильма, а также в ряде случаев позволяют ускорить процесс производства фильма, удешевить его и облегчить работу актеров и всего коллектива съемочной группы. Они позволяют перемещать изображения актеров, снятые в павильоне или на натуре, в любую требуемую обстановку; совмещать их в кадре с другими объектами, снятыми в другое время и в другом месте; менять архитектуру зданий; имитировать явления природы; снимать кадры, которые нельзя снять обычными способами киносъемки, в том числе кадры, где жизнь актеров может подвергнуться опасности (катастрофы, пожары, взрывы и т.д.).

В настоящее время известно большое число различных методов комбинированных киносъемок [92]:

1) простейшие приемы, не требующие применения специальных приспособлений (обратная съемка; прием "стоп"; киносъемка на неактивном фоне; затемнения, высветления, наплывы; киносъемка при необычном положении актера, декорации и кинокамеры);

2) киносъемка макетов и рисунков;

3) перспективное совмещение (макета с натурой или декорацией, с использованием зеркала, рисунка с натурой или декорацией);

4) многократное экспонирование кадра (киносъемка с каше и контр-каше, последующая домакетка кадра, последующая дорисовка кадра, многократное экспонирование кадра по всей площади);

5) оптическая печать;

6) рир- и фронтпроекция;

7) методы блуждающей маски (основаны на сепарации света по яркости, по спектральному составу, по времени);

8) транспарантная киносъемка;

9) метод проекционных масок;

10) электронные комбинированные киносъемки (реализация традиционных методов блуждающей и проекционной масок, транспарантных съемок с помощью электронных устройств).

Кроме перечисленных, комбинированные киносъемки осуществляют с помощью фотоперекладки, с применением зеркально-призменных насадок и оптически активных сред, химических реактивов, люминесцентных красок и т.д.

Сложные современные методы комбинированных киносъемок могут быть реализованы при наличии специальной аппаратуры, особых типов киноплёнок, оптических и других приспособлений, специализированных установок цеха комбинированных киносъемок. Быстрое развитие получают методы, основанные на применении специальных телевизионных средств и прецизионных систем автоматического управления съемкой.

1.2. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КИНОСЪЕМОЧНОГО ПРОЦЕССА

Поскольку традиционный оптико-механический процесс съемки изображения с использованием в качестве носителя изображения светочувствительного материала будет еще длительный период времени преобладающим, то работа по совершенствованию этого процесса является одной из самых главных задач развития кинематографа.

Весь опыт развития кинематографа, являющегося одновременно продуктом технической мысли и искусства, свидетельствует о неразрывной взаимосвязи технической и художественной сторон кино. И поскольку технические новшества входили в сферу кино лишь тогда, когда это было необходимо для художественного процесса, ясно, что стратегия прогресса киносъемочной техники должна разрабатываться на основе анализа и прогнозирования художественных тенденций в области киноязыка [39].

Рассмотрим основные тенденции совершенствования киносъемочного процесса.

Относительное увеличение количества киносъемок на натуре и в естественных интерьерах. Эта тенденция отражает стремление к большей

естественности и достоверности происходящего в фильме. Кроме того, съемки на натуре и в естественных интерьерах позволяют обойтись без возведения сложных и дорогостоящих декорационных объектов, т.е. могут дать экономический эффект [152]. Так, на киностудии "Мосфильм" за последние годы доля полезного метража фильмов, получаемого при натурных киносъемках, составляет приблизительно 65 % [197].

Технические средства, применяемые при киносъемках на натуре и в интерьере, должны быть портативными, транспортабельными, высоконадежными.

Аппаратура, обеспечивающая электропитание от автономных источников (аккумуляторов или сухих батарей) и передвижных электростанций, должна обеспечивать рациональное использование электроэнергии.

Особую роль играют системы электронной (кварцевой) синхронизации кинокамеры и магнитофона. В ходе съемок используются специальные транспортные средства.

Увеличение подвижности киносъемочного аппарата. Реализация этого очень важного требования современного операторского искусства [23, 197] может быть достигнута за счет:

- относительного увеличения доли киносъемок с движения, т.е. более широкого применения разнообразных средств перемещения киносъемочного аппарата во время съемки;

- более широкого применения ручных и плечевых киносъемочных аппаратов, что требует уменьшения массы и габаритных размеров кинокамеры при допустимом уровне шума при ее работе;

- применения автономного электропитания киносъемочных аппаратов и магнитофонов и беспроводной системы синхронизации их работы;

- использования различных систем защиты перемещаемой в пространстве киносъемочной камеры от вибраций и толчков при движении.

Использование новых сложных приемов съемки. Эта тенденция обусловлена ростом объема производства фильмов повышенной постановочной сложности, имеющих более высокий зрелищный потенциал.

Реализация сложных приемов киносъемки требует:

- создания нетиповой вспомогательной операторской техники (специальных опор для киносъемочных аппаратов и осветительных приборов, средств для перемещения киносъемочного аппарата и т.д.) [21];

- применения более сложных и высококачественных методов комбинированных киносъемок;

- использования нетиповых кинофотоматериалов и процессов их обработки для достижения специальных изобразительных эффектов (например, послойной дополнительной дозированной засветки киноплёнки и др.);

- увеличения относительной доли павильонных съемок и усложнения декорационных объектов.

Расширение применения объективов с переменным фокусным расстоянием (ОПФ). Все более широкое применение ОПФ кинооператорами объясняется тем, что они часто удобнее при киносъемке, чем объективы с постоянными (дискретными) значениями фокусного расстояния. Один

ОПФ при достаточно большом диапазоне изменения фокусного расстояния может заменить целый набор обычных объективов. При этом не требуется менять объективы, что может существенно сэкономить время при киносъемке за счет ускорения предварительных операций.

Кроме того, в ряде случаев плавное изменение фокусного расстояния ОПФ может заменить передвижение киносъемочного аппарата относительно объекта киносъемки (наезд, отъезд), хотя зрительный эффект при этом несколько отличается от получаемого при движении камеры [8, 51].

Особенно ярко проявляются преимущества ОПФ при репортажных киносъемках, где требуется высокая оперативность в самых разнообразных условиях киносъемки при значительной степени неожиданности событий.

Высвобождение кинооператора от второстепенных операций при киносъемке. Это означает улучшение условий работы кинооператора с кинокамерой (комфортности), так как позволяет ему уделять большее внимание творческой стороне киносъемки, что должно благоприятно сказаться на художественном качестве получаемого в результате киносъемки материала, а также может способствовать ускорению процесса киносъемки.

С этой точки зрения современная киносъемочная аппаратура должна обеспечивать:

улучшение условий визирования снимаемого изображения (как за счет совершенствования систем оптического визирования, так и за счет применения телевизионного визирования);

возможность автоматического (программного) управления киносъемочным аппаратом и параметрами съемочного объектива (диафрагма, дистанция, фокусное расстояние);

более рациональное доведение до кинооператора контрольной информации о функционировании киносъемочной аппаратуры и о режиме киносъемки (метраж отснятой или оставшейся киноплёнки, синхронность, экспозиционный режим).

Расширение технологических возможностей, предоставляемых киносъемочной аппаратурой. Расширение технологических возможностей киносъемочной аппаратуры обеспечивается ее универсальностью и многофункциональностью за счет технических характеристик киносъемочной аппаратуры: расширения диапазона частоты кадров при киносъемке; возможности реверсирования хода киноплёнки, а также работы с боксом или без него и т.д.

Использование систем дистанционного и программного управления операторским освещением. Наличие таких систем создает предпосылки для существенного ускорения процесса киносъемки за счет сокращения времени установки света на съемочной площадке [148]. Положительным при этом является также сокращение численности персонала, управляющего осветительными приборами, что уменьшает расходы на киносъемку и улучшает организацию съемочных работ.

Применение телевизионного визирования. Система телевизионного

визирования является замкнутой, т.е. передающая камера тем или иным образом связана с киносъемочным аппаратом (встроена или присоединена к нему) и вырабатывает электрический сигнал изображения, который можно передать на любое число видеоконтрольных устройств (ВКУ). Таким образом, любой член съемочной группы (режиссер, оператор, звукооператор, актер) при необходимости может наблюдать визируемый (снимаемый) кадр. Телевизионное визирование облегчает работу съемочной группы [185, 4, 90]. Кроме того, оно позволяет наблюдать снимаемый кадр на значительном расстоянии от киносъемочного аппарата; за счет этого кинооператор может осуществлять дистанционное управление киносъемочной камерой, что в ряде случаев бывает не только желательным, но и необходимым (например, при съемке в недоступном или опасном для кинооператора месте).

Применение магнитной видеозаписи. Наличие в системе телевизионного визирования электрического видеосигнала дает возможность записать изображение на видеомэгнитофон. Это позволяет непосредственно на съемочной площадке немедленно воспроизвести на экране ВКУ изображение репетируемого или снимаемого кадра, полученное в системе телевизионного визирования, и оценить результат работы съемочной группы, не дожидаясь проведения химико-фотографической обработки отснятого материала. При этом существенно экономится дорогое съемочное время, так как за счет лучшей отработки кадра на репетициях может быть сокращено число снимаемых и печатаемых дублей, что приводит к экономии киноплёнки и сокращению расходов на ее обработку [4].

Если применить два видеомэгнитофона, то можно осуществить также и предварительный монтаж записанного на видеоленту материала. Проведение этой технологической операции практически сразу же после съемки (или в процессе репетиции) позволяет режиссеру проверить правильность монтажного решения снимаемой сцены или эпизода, вовремя внести необходимые коррективы в съемочный процесс в целях достижения более высокого художественного качества. Очень важно, что при этом существенно повышается уверенность съемочной группы в результатах своей работы. Все это имеет большое значение не только при основных киносъемках, но и при актерских пробах и во время предварительных репетиций подготовительного периода [90].

Применение многокамерного метода киносъемки. Многокамерная киносъемка отличается от обычной тем, что осуществляется несколькими киносъемочными аппаратами одновременно в разных ракурсах и планах (с разных точек и в различном масштабе) [95, 189].

Применение многокамерной киносъемки дает резкое повышение производительности труда при съемочных работах, что может существенно сократить сроки и удешевить производство кинофильмов, а также улучшает условия игры актеров, так как съемка осуществляется более длинными сценами, чем обычно.

Многокамерные киносъемки получили наибольшее распространение в производстве телевизионных фильмов [148, 189], но известны попыт-

ки использовать их и в производстве кинофильмов. Однако при этом необходимо учитывать некоторые дополнительные трудности.

Прежде всего, для проведения многокамерных съемок необходима специальная подготовка: особая разработка постановочного проекта фильма, проведение репетиционной работы с актерами с учетом того, что фильм снимается в сюжетной последовательности, особо тщательная подготовка всех технических и постановочных средств до начала съемок.

Операторское освещение снимаемых объектов — наиболее сложный вопрос при организации киносъемок по многокамерному методу, так как затрудняется применение резко выраженного направленного кинематографического освещения. Здесь приходится ограничиваться только общим рассеянным и равномерным освещением в декорации или в целом декорационном комплексе, обеспечивающим нормальную съемку (без теней) каждым из киносъемочных аппаратов. При этом должна обеспечиваться достаточная свобода передвижения киносъемочных аппаратов внутри декорации при отсутствии теней и шумов. Возникают также значительные трудности в работе с микрофонами [18].

При многокамерной съемке необходима координация работы киносъемочных камер, чтобы сочетать высокую производительность с экономным расходом киноплёнки. Это требует централизованного управления включением и выключением кинокамер со специального пульта, где должно быть также устройство контроля изображения, снимаемого каждой камерой. Для дальнейшей работы с фильмовыми материалами необходима также специальная система синхронной маркировки материалов, снимаемых разными киносъемочными аппаратами [185, 189].

Применение записи кодированной служебной информации. Поскольку для регистрации изображения и звука используются два отдельных носителя, в кинематографии серьезной проблемой является обеспечение синхронности звука и изображения.

Если при синхронной киносъемке производится тем или иным способом синхронно-адресная отметка в кинокамере и на магнитофоне одновременно, то она позволяет найти и точно совместить участки киноплёнки и магнитной ленты, соответствующие друг другу.

Для удобства разборки и монтажа большого количества полученного в результате киносъемки материала целесообразно производить синхронно-адресную отметку не только в одной точке снимаемого плана (обычно в начале), как это делается с помощью хлопушки, а по всему материалу периодически с определенным интервалом (минимальный интервал должен быть равен шагу кадра [64, 196]). Такая операция называется *синхронной разметкой носителей изображения и звука* (часто говорят о записи служебной или кодированной информации, а также о кодировании фильмовых материалов) и обычно осуществляется в современной аппаратуре с временным интервалом 1 с. Записанная на киноплёнке и на магнитной ленте в виде так называемого адресно-временного кода служебная информация позволяет автоматизировать поиск нужных участков носителей звука и изображения и их синхронизацию, что сущест-

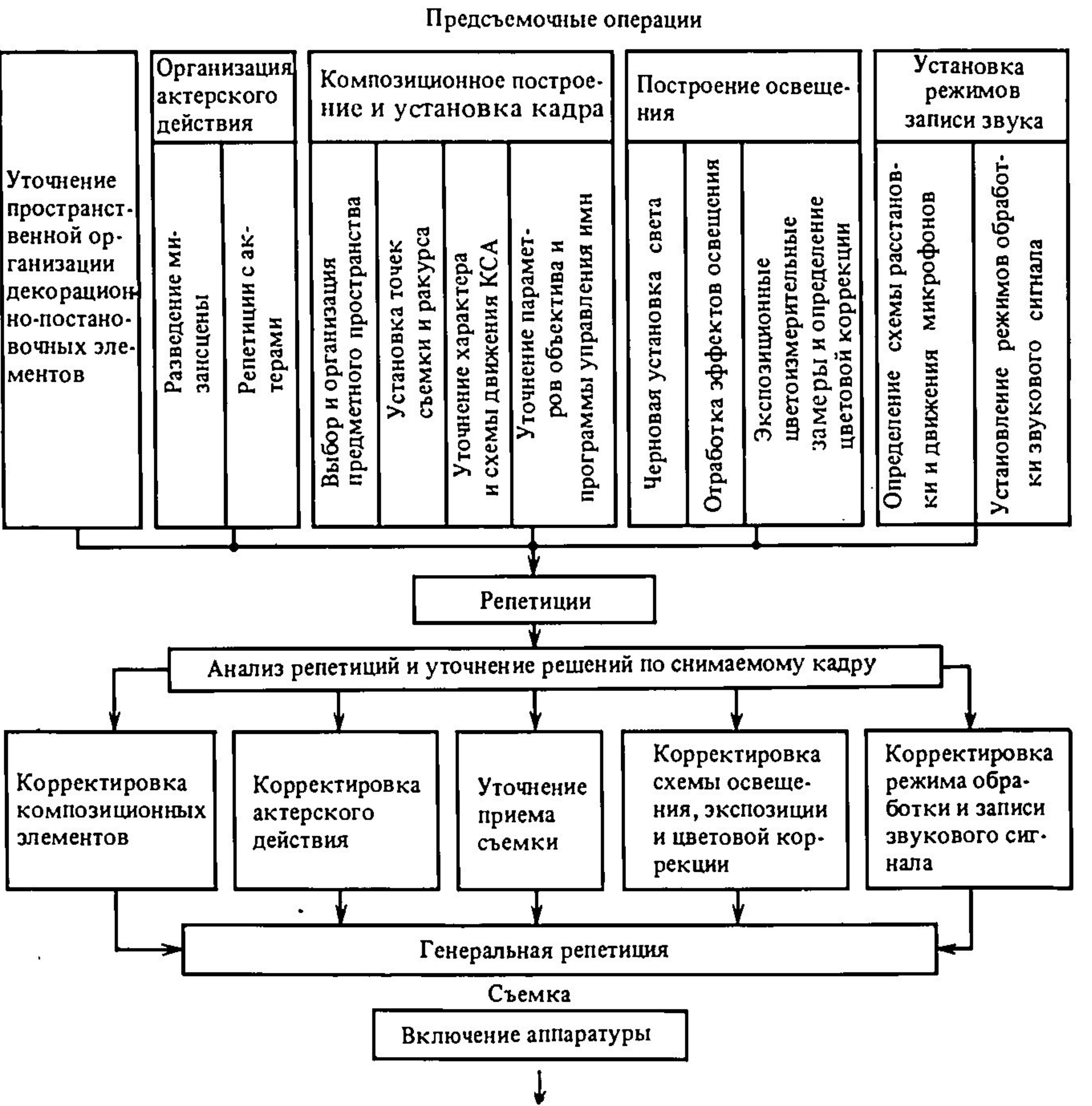
венно ускоряет и упрощает весьма трудоемкий процесс монтажа филь-
мовых материалов [145, 196] .

Применение системы синхронной разметки носителей с помощью
адресно-временного кода позволяет отказаться от использования во
время киносъемки традиционной хлопушки, что сокращает время под-
готовки к съемке и дает экономию киноплёнки и магнитной ленты за
счет метража, затрачиваемого в каждом дубле на съемку хлопушки
и запись ее хлопка.

1.3. СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КИНОСЪЕМОЧНОГО ПРОЦЕССА
И ЕЕ АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного ясно, что современная технология кино-
съемочного процесса является весьма сложной и все более усложняется
по мере дальнейшего развития кинематографа.

Понимая под съемочным процессом не только процесс собственно



киносъемки (т.е. регистрации изображения и звука), но и необходимые технологические операции, непосредственно предшествующие киносъемке, а также непосредственно следующие за нею, можно представить современный киносъемочный процесс в виде схемы, взятой автором из работы [84] и несколько измененной (рис. 1.1).

Из рис. 1.1 очевидно, что значительную долю в объеме работ составляют операции по подготовке кадра. Практика показывает, что на подготовку кадра затрачивается более 90 % времени съемочной смены, качество выполнения операций по подготовке кадра существенно влияет на художественный уровень фильма.

Задача совершенствования технического оснащения киносъемочного процесса состоит в разработке, изготовлении и применении таких технических средств, которые не только обеспечивали бы получение необходимых фильмовых материалов, но и создавали бы съемочной группе самые благоприятные условия для нахождения наиболее выразительных изобразительных, звуковых и монтажных решений.

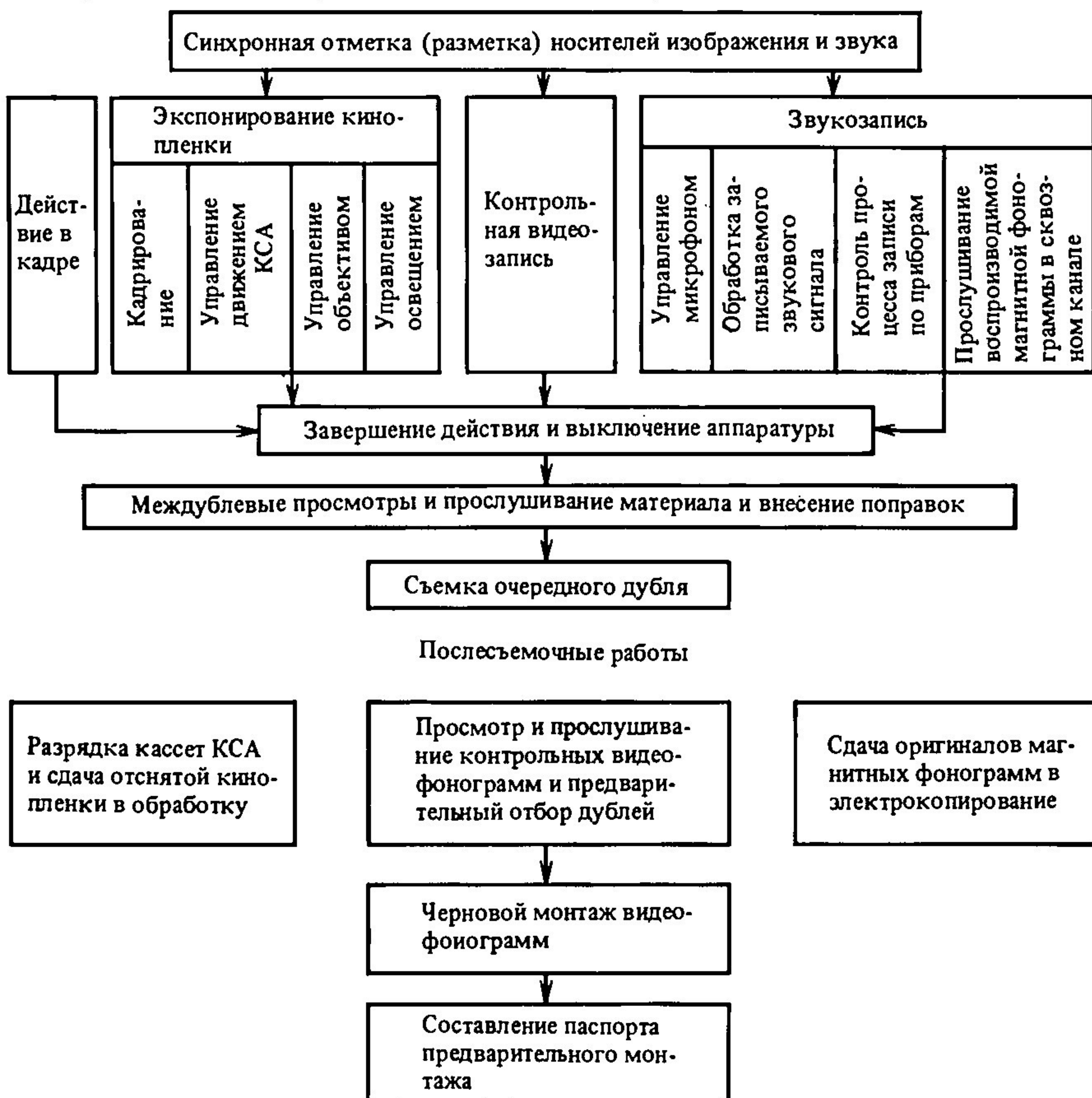


Рис. 1.1. Технологическая схема киносъемочного процесса

Поэтому на киносъемочной площадке должны быть созданы условия для выполнения следующих работ [84] :

запись репетиций кадра и оперативный просмотр отснятого материала;

контроль светотехнических параметров объекта киносъемки и оперативной корректировки экспозиционного режима в процессе установки света, репетиции и киносъемки;

кадрирование объекта съемки в процессе установки кадра, репетиции и киносъемки с одновременной контрольной видеозаписью и оперативным воспроизведением;

дистанционное и программное управление параметрами объектива в процессе репетиции и киносъемки;

экспонирование киноплетки с одновременной контрольной видеозаписью на магнитную ленту;

телевизионное визирование снимаемого кадра в процессе репетиций и киносъемки;

синхронная запись и синхронное воспроизведение звука в процессе репетиций, при киносъемке и просмотре материала с видеомэгнитофона;

запись кодированной служебной информации на носителях изображения и звука;

оперативный синхронный просмотр контрольной видеозаписи снятого материала;

автоматизированный синхронный поиск заданного, записанного видеомэгнитофоном дубля изображения и дубля фонограммы в целях отбора лучших дублей, предварительный монтаж материала и составление монтажного паспорта;

технологическая (командная) связь на киносъемочной площадке.

Для выполнения перечисленных работ требуются разнообразные технические средства, т.е. различная кинотехническая аппаратура, оборудование, приборы, приспособления. По функциональному признаку

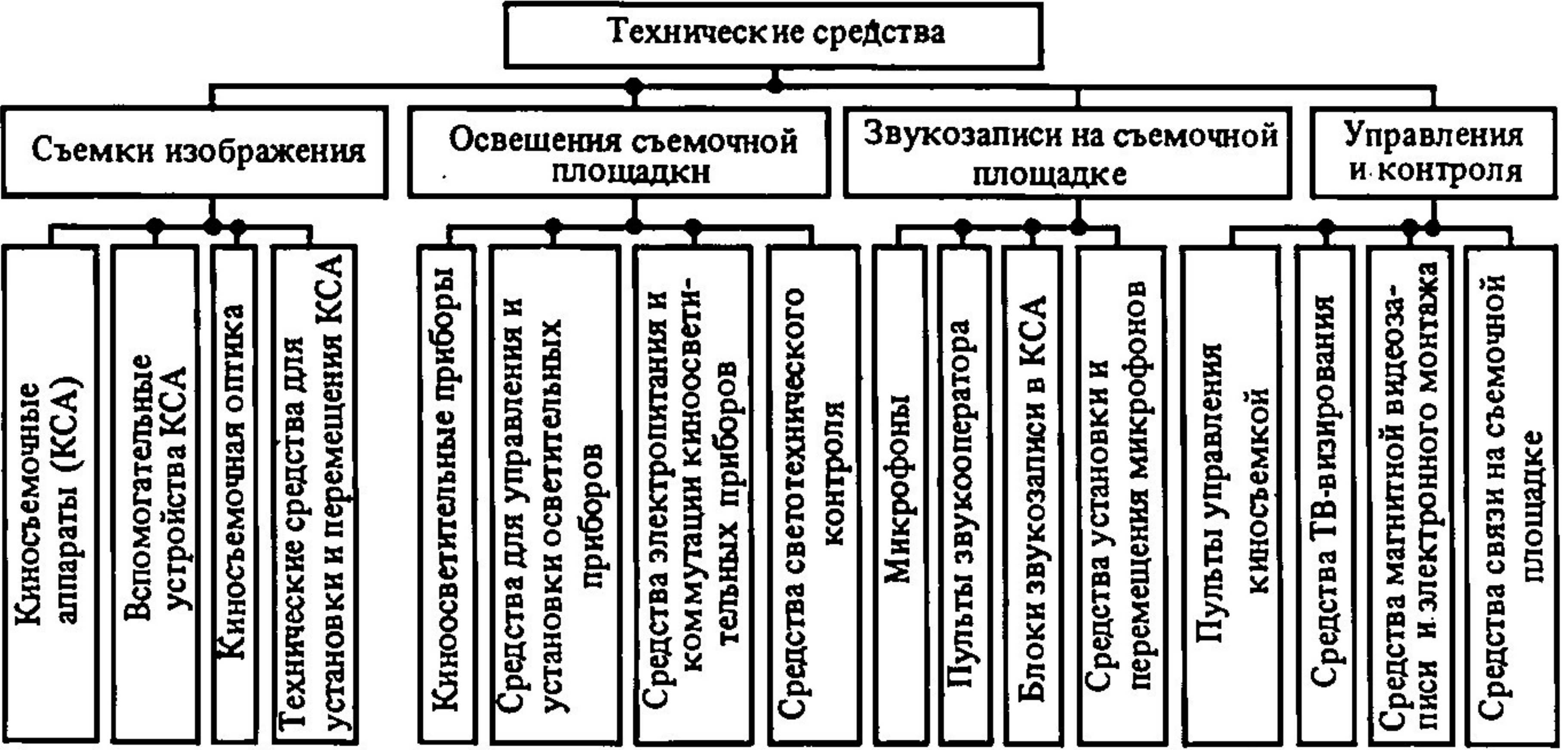


Рис.1.2. Технические средства киносъемочного процесса

можно выделить технические средства: съемки изображения, звукозаписи при киносъемке, освещения объекта киносъемки, управления и контроля киносъемочного процесса (рис. 1.2).

Используемые при киносъемке разнообразные технические средства должны как можно лучше осуществлять свои технологические функции и для этого должны удовлетворять соответствующим требованиям. Однако каким бы совершенным ни было отдельно взятое техническое средство (например, киносъемочный или звукозаписывающий аппарат и т.д.), это еще не гарантирует полного успеха.

Необходима согласованная работа всех видов кинотехнической аппаратуры. В последние годы появились предложения о комплексном техническом оснащении киносъемки [84]. Определяющим здесь является то, что все технические средства, участвующие в процессе киносъемки, проектируются, разрабатываются и изготавливаются в расчете на работу в составе единого *аппаратурно-технологического комплекса*, выполняющего одну большую технологическую задачу.

2.1. ВИДЫ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

Основное техническое средство для осуществления съемки изображения на киноленту — *киносъемочный аппарат*, называемый также *киносъемочной камерой*. Технический уровень киносъемочного аппарата, определяемые им технологические возможности имеют первостепенное значение в производстве кинофильмов, так как киносъемка является начальным и одним из самых важных звеньев в сложном и многоступенном кинематографическом процессе.

Киносъемочный аппарат (КСА), как и другие кинотехнические устройства, прошел большой путь развития. В СССР были разработаны и выпущены профессиональные аппараты различного назначения — для съемки обычных, широкоэкранных, широкоформатных, панорамных, кругорамных, стереоскопических фильмов на различных форматах киноплёнок (35-, 70-, 16-мм).

Отечественные КСА сыграли важную роль в становлении и развитии советского киноискусства. Отдельные модели ("Конвас-автомат", "Родина", "Дружба" и т.д.) заслуженно получили высокую оценку кинооператоров.

Аппаратура для киносъемки с рук, для съемки широкоформатных кинофильмов, для съемки с повышенными частотами смены кадров не только не уступает по техническим характеристикам зарубежным аналогам, но и превосходит их [88, 166].

Существуют различные классификации КСА в зависимости от их назначения и конструктивных особенностей:

1) синхронные, прецизионные, специализированные (для съемок стереоскопических, кругорамных кинофильмов и др.), специальные (с высокими скоростями или частотами съемки) (БСЭ);

2) синхронные (в двух вариантах — для съемки в павильоне и на натуре), общего назначения (для несинхронных съемок в одну экспозицию), прецизионные, скоростные, ручные [77];

3) синхронные, хроникальные, ручные, специальные (для комбинированных и специальных киносъемок) [52].

4) звуковые (бесшумные) для синхронных съемок, комбинированные (микст-камеры) для съемки изображения и записи фонограммы на одну пленку либо раздельно на две пленки, немые тяжелого типа (для немых павильонных и натурных съемок), немые облегченного типа (для хроникальных и экспедиционных съемок), ручные автоматические для хроникальных и репортажных съемок, для сверхскоростных съемок [45];

5) ручные, штативные (стационарного типа для несинхронных съемок), для синхронных съемок в павильоне и на натуре, для синхронных съемок в хроникальных и документальных кинофильмах, для съемок с повышенной частотой кадров и комбинированных киносъемок, с повышенной точностью постоянства положения изображения, для блуждающей маски, для мультипликации [49] ;

6) ручные, для синхронных съемок, для натуральных съемок, для специальных видов съемок [50] ;

7) для синхронных съемок, прецизионные, для хроникальных съемок, облегченного типа (4–6 кг), для специальных съемок (комбинированных, трюковых, мультипликационных, подводных), для съемок с нестандартной частотой кадров [80] ;

8) синхронные, натурные штативные, ручные [166] .

В других работах дополнительно выделяются плечевые и универсальные аппараты и т.д.

Из этого перечисления видно, что, во-первых, классификация несколько менялась по мере развития техники и технологии киносъемки; во-вторых, классификационные признаки зачастую смешивались, что приводило к нечеткости деления¹. Этому способствовала нечеткость терминологии и классификации видов киносъемки (см. гл. 1).

С нашей точки зрения естественной является классификация КСА по формату киноплёнки, на который они рассчитаны (70-, 35-, 16-мм), а также по виду (системе) кинематографа — кругорамное кино, стереокино и т.д. Установившейся можно считать классификацию по назначению, т.е. выделение в особые группы КСА для специальных (прежде всего — с повышенными частотами), комбинированных и мультипликационных (покадровых) съемок. Наиболее многочисленной является группа КСА общего назначения.

КСА для 35-мм киноплёнки

КСА для синхронных киносъемок в павильоне киностудии. Отличительными чертами таких аппаратов являются: низкий уровень шума² при работе, что позволяет осуществлять запись высококачественной (чистой) фонограммы; синхронизация электропривода со звукозаписывающим аппаратом; большая емкость кассет, позволяющая производить съемку длинными планами.

Из-за значительной массы такие КСА могут работать только со штатива, поэтому их называют также *штативными тяжелыми*.

¹ Например, в работе [26] к штативным были отнесены аппараты "Парво-Л" (масса 10 кг), "Конвас-1" (9,5 кг), "Аскания-з" (11 кг) и даже "Хроникон" (4,3 кг), а к плечевым (шюльтер-камерам) — аппарат массой 8 кг.

² Согласно стандартам вместо термина "уровень шума" должен использоваться термин "интегральный уровень звука", но в данном издании сохранен первый термин, чтобы не возникло смешения с термином "уровень звука" применительно к звукозаписи.

Перечислим основные отечественные КСА этого типа.

"М о с к в а", модели КС-31, КС-31М, КС-32, КС-32М — долгое время являлся основным отечественным синхронным аппаратом, выпускался с 1946 по 1960 г. Аппарат имел оригинальную конструкцию, меньшие по сравнению с зарубежными аналогами размеры и массу, удобную систему наводки по матовому стеклу и систему управления объективом с выводом на заднюю стенку корпуса.

С К - 1 — аппарат из новой линейки киносъемочной аппаратуры, выпускался с 1958 по 1965 г.

"Д р у ж б а", модели УС-2, УС-2М — до настоящего времени один из наиболее широко применяемых на киностудиях КСА. Разработан на базе аппарата "Украина" УС-1 (киностудия им. А.П.Довженко, 1958 г.), имевшего оригинальную конструкцию, зеркальный obturator, компактную кинематическую схему, эффективную систему звукозаглушения без стекла. При достаточно низком уровне шума и хорошем технологическом оснащении (механизм наплыва, беспараллаксный телевизор, кадроотметчик) аппарат имеет относительно небольшую массу, удобен и надежен в работе. Выпускался серийно с 1960 по 1974 г.

М и р , модели ЗКСС, ЗКССМ — развитие модели 2КСС (1958 г.); оснащен индивидуальным электроприводом кассеты, встроенным кадроотметчиком, системами параллаксного и беспараллаксного визирования. В аппарате был реализован ряд прогрессивных технических решений, что позволило использовать его в качестве базы для дальнейшей модернизации. Выпускался с 1962 по 1974 г.

С о ю з , модель УС-3 — создан на базе аппарата УС-2М. Имеет телевизионно-оптический визир, эффективную систему боксирования. Входит в состав кинотелевизионного комплекса "Союз". Выпускается с 1973 г.

З К С С У — создан на базе аппарата ЗКССМ. Входит в состав кинотелевизионного комплекса для многокамерных съемок. Выпускается с 1975 г.

КСА для натурных съемок. Отличительными чертами таких КСА являются: возможность работы как с синхронным электроприводом, так и с электроприводом переменной частоты кадров; меньшая, чем у павильонных КСА, масса; несколько более высокий уровень шума при работе, что допустимо при проведении съемок на натуре (обычно с черновой фонограммой).

Иногда КСА для натурных съемок отличаются от павильонных только отсутствием шумозаглушающего бокса. Так как они легче павильонных, их можно также называть *штативными облегченными*.

В числе отечественных КСА для натурных съемок можно назвать следующие.

"Р о д и н а", модели ЗКСХ, ЗКСХ-М — дальнейшее развитие аппарата 1КСХ, первого отечественного КСА с зеркальным obturatorом, имевшего за счет удачной конструкции лентопротяжного и передаточного механизмов относительно малые габаритные размеры и массу при емкости кассет 120 и 130 м. В течение длительного времени — основной аппарат для натурных киносъемок. Выпускался в 1953-1975 гг.

"Э р а", модели 1КОС, 2КОС — предназначен для синхронных съемок на натуре документальных кинофильмов. Имеет встроенное устройство записи черновой фотографической фонограммы на той же негативной киноплёнке, на которую снимается изображение. Выпускался с 1964 г.

"С л а в у т и ч"¹ — создан на киностудии им. А.П.Довженко в 1973 г. на базе аппарата "Мини-СК", разработанного этой же студией в результате модернизации устаревшего синхронного аппарата СК-1. Содержит исполнительные элементы системы дистанционного и программного управления параметрами объективов, элементы системы синхронной разметки носителей изображения и звука, систему телевизионно-оптического визирования, встроенное экспонометрическое устройство, электропривод с кварцевой синхронизацией и др. Являлся основной составной частью кинотелевизионного комплекса для съемок игровых кинофильмов на натуре [84].

У С - 3 Н — натурный вариант павильонного аппарата УС-3 (без бокса).

Ручные КСА. Основной отличительной чертой таких КСА является малая масса (5-7 кг), что позволяет кинооператору производить съемку с рук. При несколько большей массе КСА кинооператор может работать, размещая его на плече, поэтому такие КСА называют *плечевыми*. Плечевые аппараты часто относят к классу ручных, не выделяя в самостоятельную группу.

К отечественным ручным КСА относятся следующие.

"К о н в а с - а в т о м а т", модели 1КСР, 1КСР-1М, 1КСР-2М — разработан в 1952 г. Отличается от прежних ручных КСА наличием электропривода, зеркального обтюратора, быстросменных кассет, обеспечивающих автоматическую зарядку камеры. Быстрая смена объективов достигается за счет трехобъективной турели (кроме 1КСР-2М). Получил очень широкое применение, причем не только в хроникально-документальной и в научно-популярной (т.е. по прямому назначению), но и в художественной кинематографии. Модели 1КСР-1М и 1КСР-2М выпускаются и в настоящее время (рис. 2.1).

"С п у т н и к", модель 5КСР — аппарат для съемки хроникально-документальных фильмов. Характеризуется пониженным по сравнению с аппаратом "Конвас-автомат" уровнем шума. Имеет систему управления объективами, позволяющую кинооператору производить съемку, не отрывая рук от рукояток камеры. Выпускался с 1962 по 1968 г.

"К и н о р 35Р", модель 3КСР (рис. 2.2) — ручной аппарат нового поколения [81], входит в новый номенклатурный ряд КСА. Предназначен для съемок хроникально-популярных фильмов обычного формата, хроникально-документальных (репортажных), широкоэкранных, а также фильмов с универсальным форматом кадра на черно-белой и цветной киноплёнках. Может быть использован и в художественной кинематографии. Отличается пониженным уровнем шума, наличием поворотной лупы

¹ Аппарат "Славутич" не выпускался серийно, но его создание явилось важной вехой на пути развития отечественной киносъемочной аппаратуры вследствие прогрессивности использованных в нем решений [84].

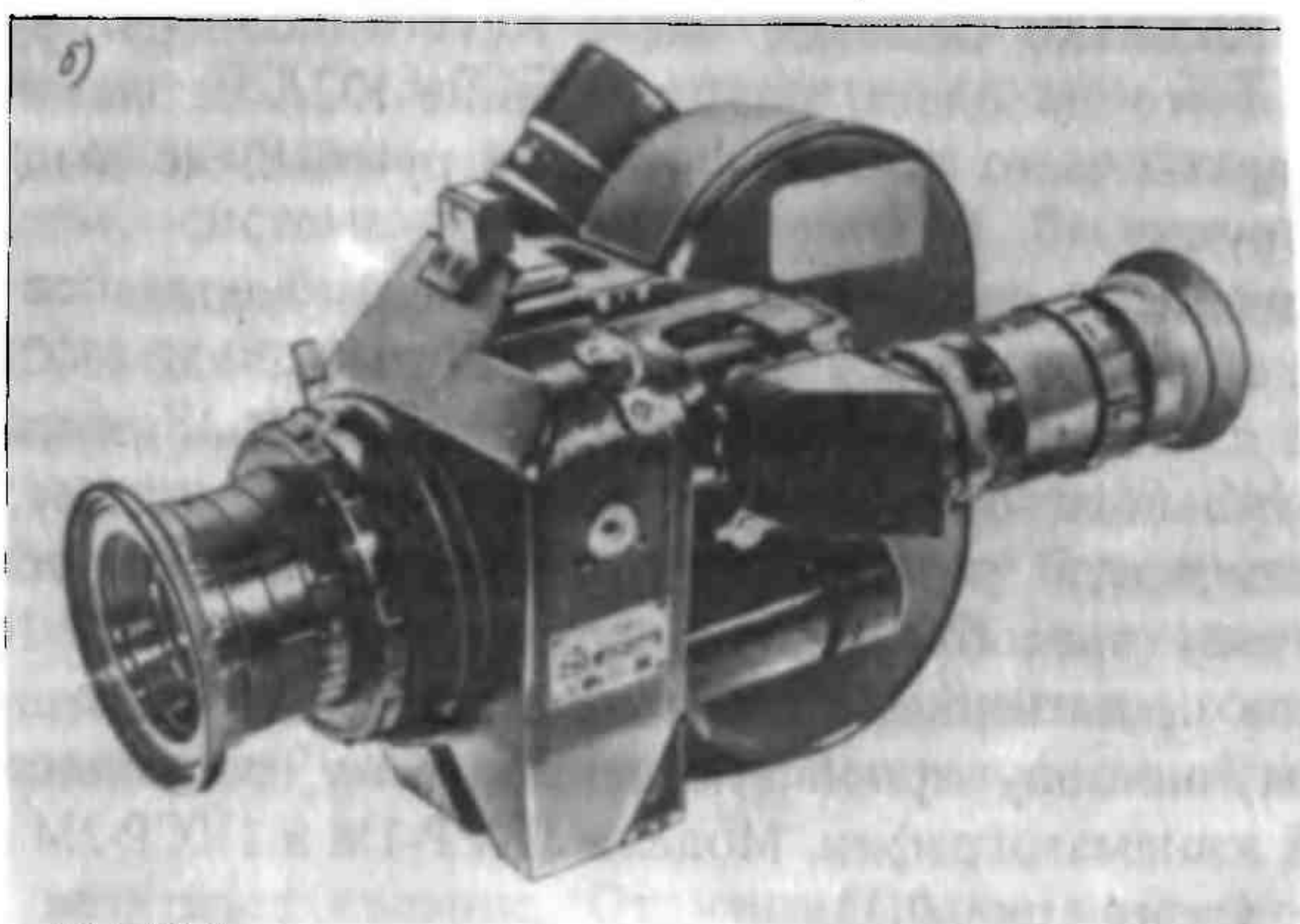
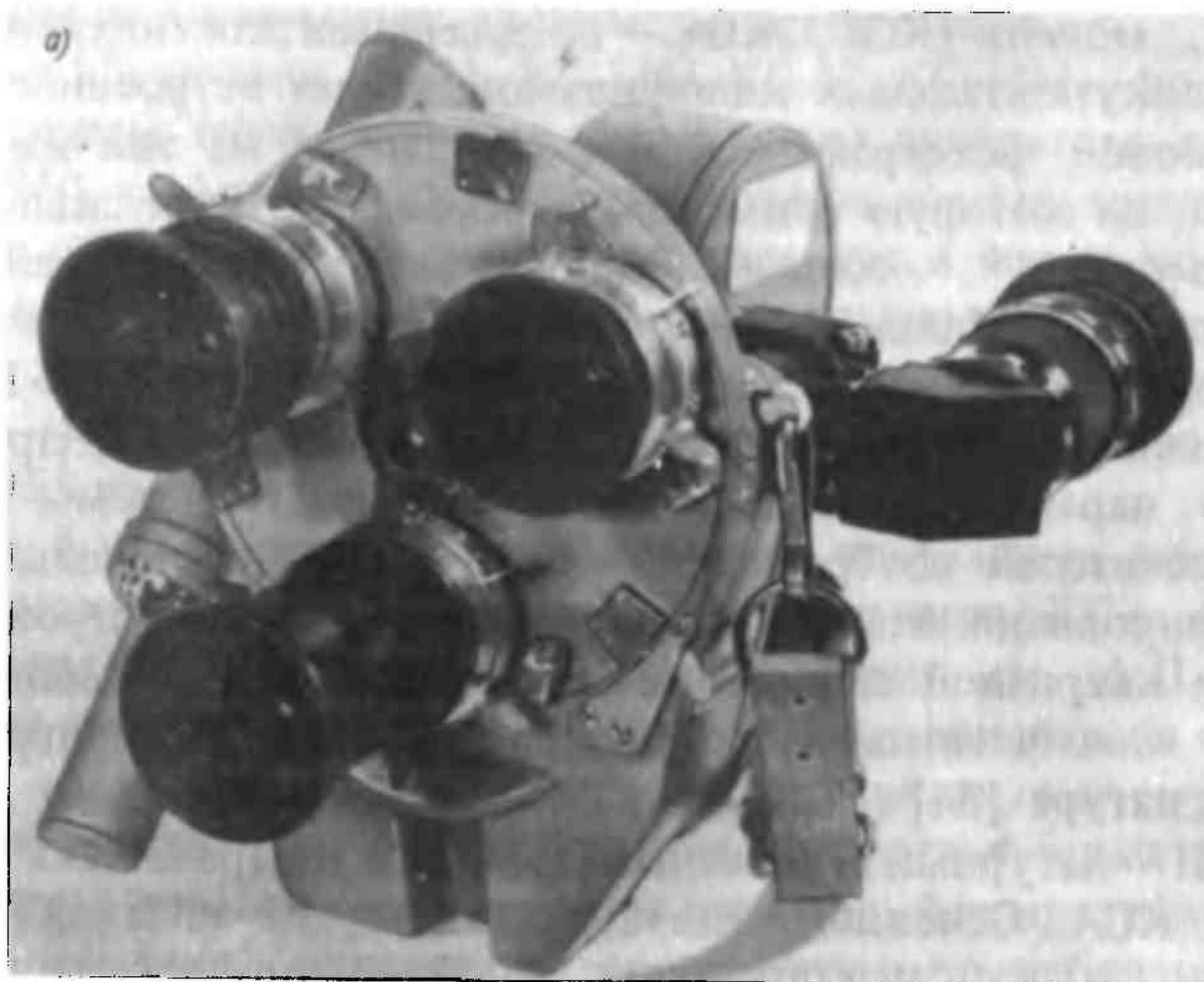


Рис. 2.1. Киносъемочный аппарат "Конвас-автомат" модели 1КСР-1М (а) и 1КСР-2М (б)

с автоматической компенсацией разворота изображения, наличием экспонетрического устройства. Имеет электропривод с кварцевой стабилизацией частоты съемки, с остановкой обтюратора в положении визирования.

Усовершенствованная модель аппарата — "Кинор 35РІІ" — была выпущена промышленной партией в 1982 г. [82].

"К и н о р 35Н", модель 9КСН (рис. 2.3) — плечевой КСА (масса 11,5 кг) из нового номенклатурного ряда. Отличается пониженным уровнем шума, позволяющим осуществлять синхронную съемку на натуре и в естественных интерьерах. Имеет хорошее оснащение (ТВ-визир и экспонетрическое устройство, две сменные поворотные лупы и др.). Обеспечивает возможность записи служебной информации.



Рис. 2.2. Киносъемочный аппарат "Киноп 35Р"



Рис. 2.3. Киносъемочный аппарат "Киноп 35Н"

"Киноп 35С", модель 5КСН (рис. 2.4) – КСА штативно-плечевого типа из нового номенклатурного ряда [179]. Характеризуется низким уровнем шума (28 дБА) при относительно небольшой массе (15 кг), что позволяет применять его для синхронной съемки с чистовой фонограммой. Оснащен целым рядом вспомогательных устройств, облегчающих работу (ТВ-визир, встроенное экспонометрическое устройство, сменные поворотные лупы). Предусмотрена возможность записи служебной информации. Выпускается с 1984 г.

КСА для съемки на повышенных частотах. Говоря об аппаратах этого типа, необходимо назвать следующие.

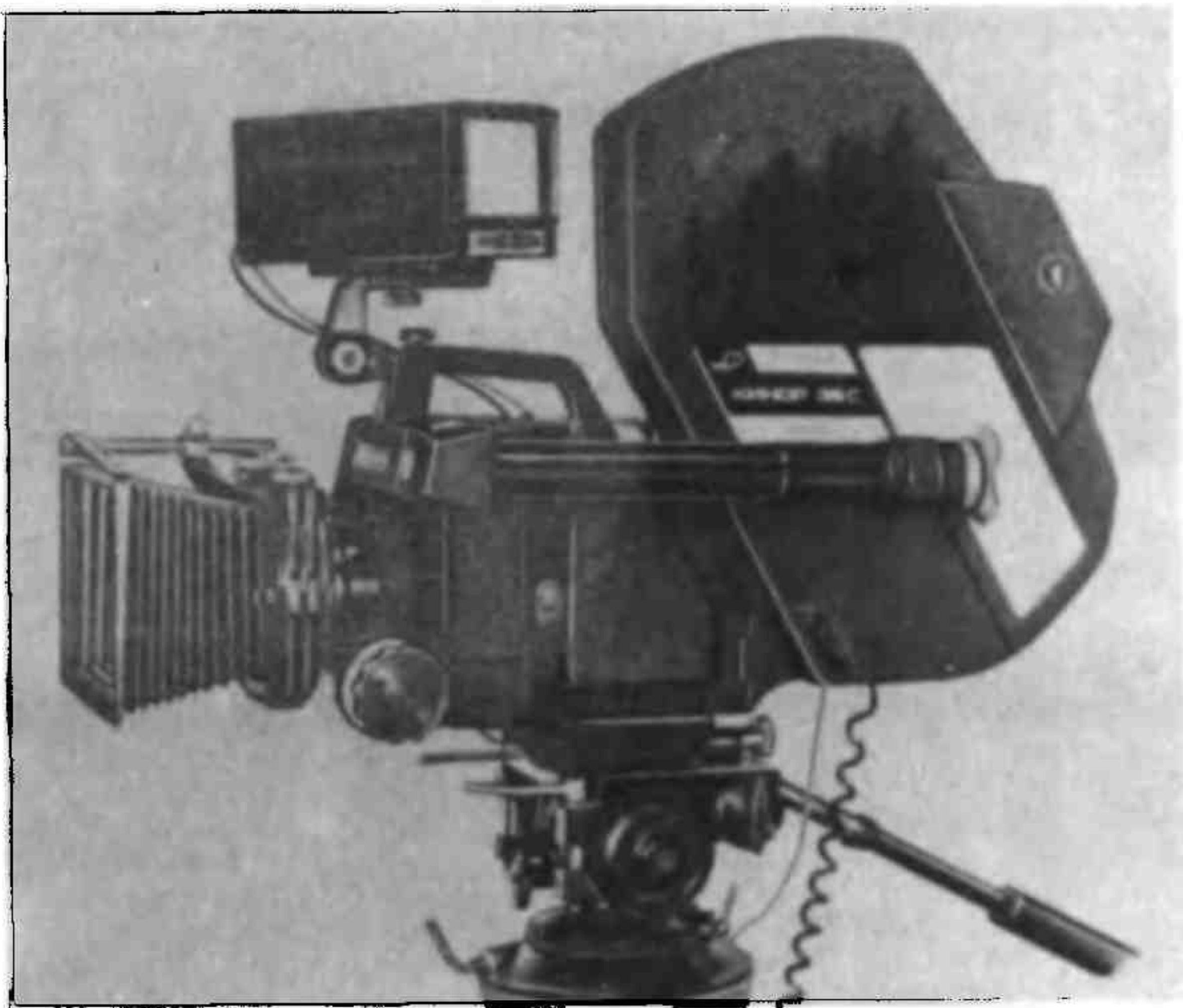


Рис. 2.4. Киносъемочный аппарат "Кинор 35С"

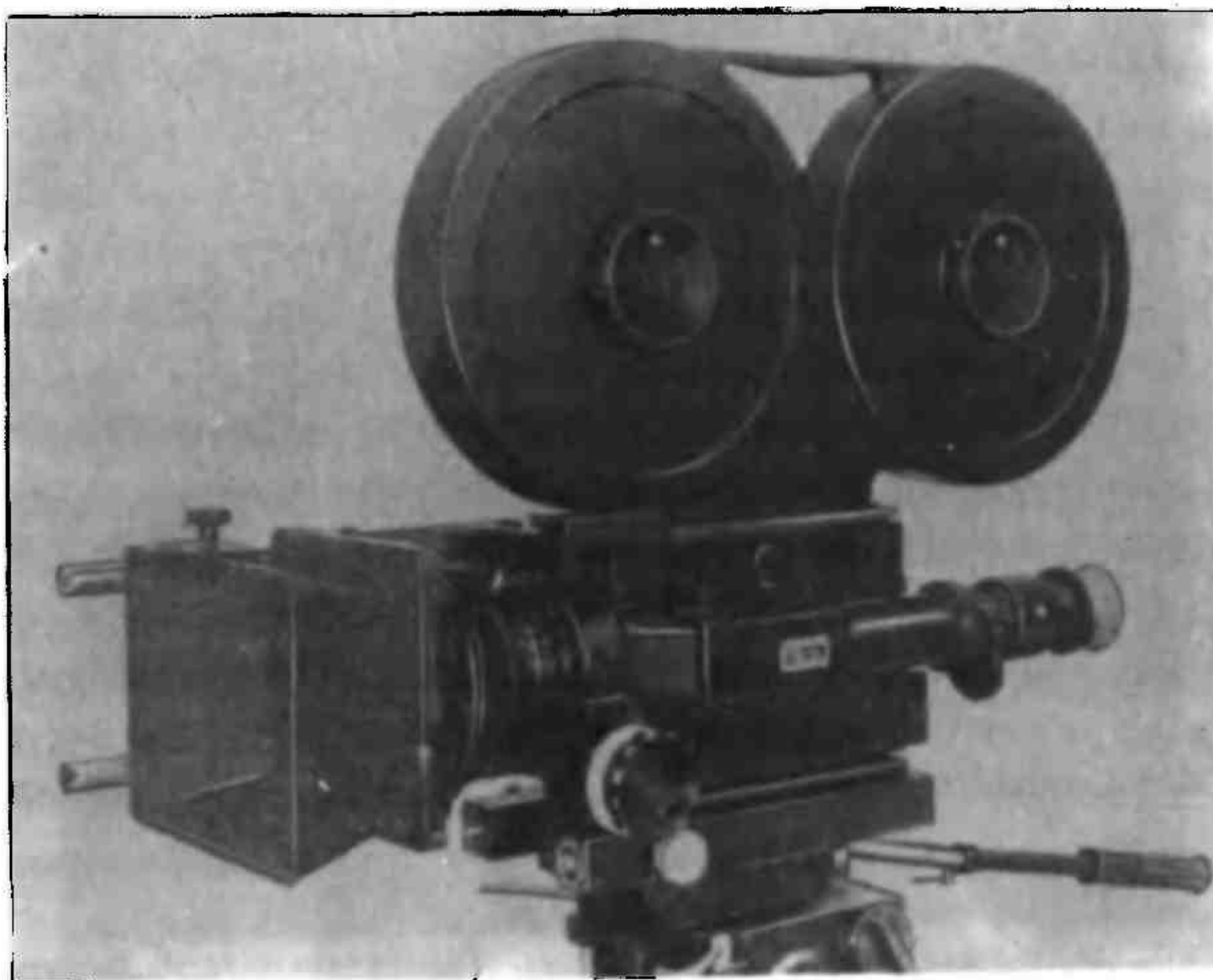


Рис. 2.5. Киносъемочный аппарат 2КСК-М

1 К С К , 2 К С К , 2 К С К - М (рис. 2.5) — аппараты для скоростных киносъемок. В модернизированных моделях введен зеркальный обтюратор и другие усовершенствования. Выпускается с 1959 г.

"Т е м п", модели 1СКЛ, 1СКЛ-М (рис. 2.6) — облегченный скоростной аппарат. Имеет механизм, обеспечивающий постоянство экспозиции при плавном изменении частоты съемки. Находит широкое применение при съемках научно-популярных, документальных, спортивных и других кинофильмов. Выпускается с 1975 г.

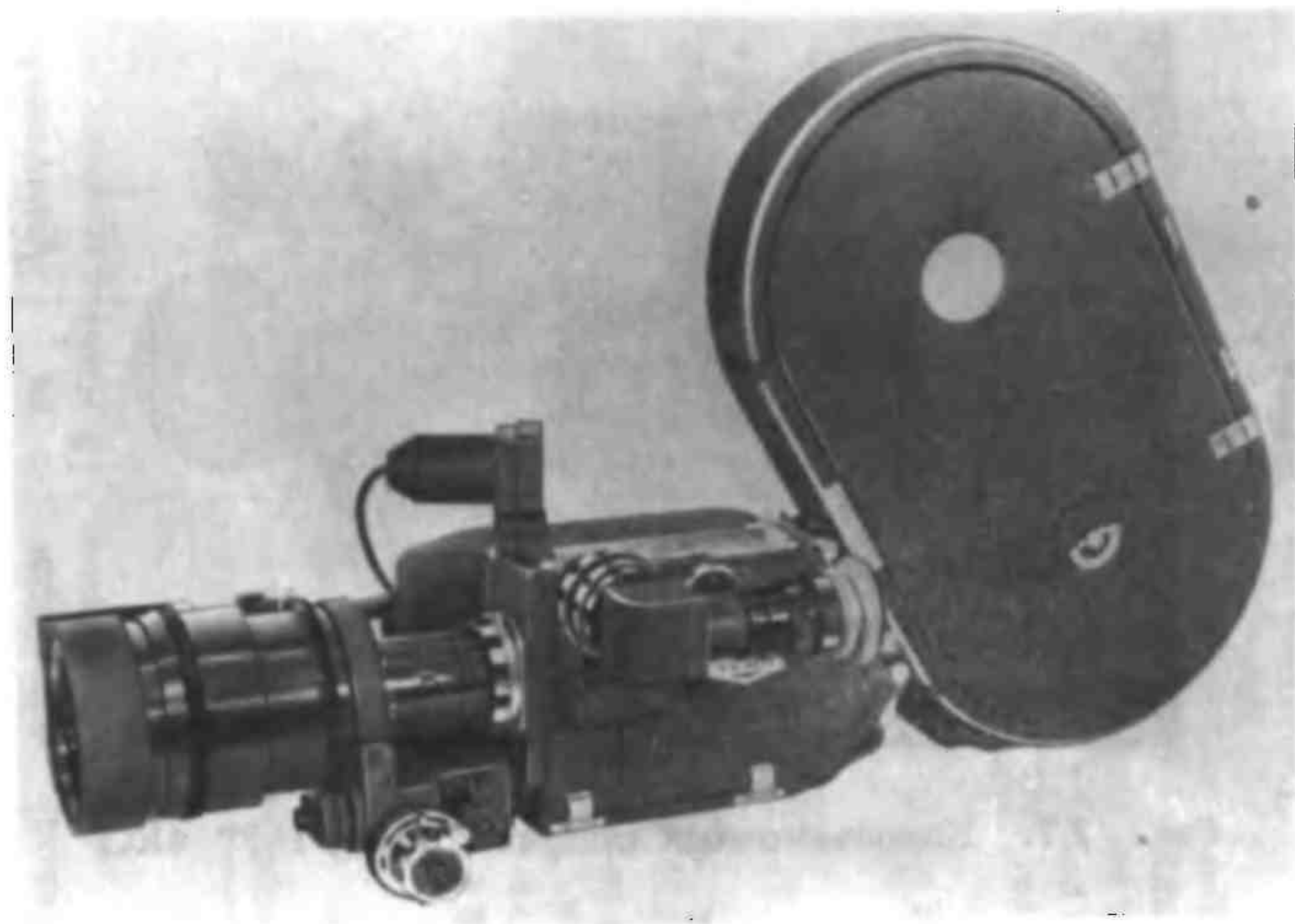


Рис. 2.6. Скоростной киносъемочный аппарат 1СКЛ-М "Темп"

З К С У — новый аппарат с расширенным (до 240 кадр/с) диапазоном частот киносъемки, что перекрывает все потребности для обычных видов кинематографа. Имеет небольшую массу. Возможно дистанционное управление. Установка экспозиционного режима при изменении частоты съемки автоматизированная. Выпускается с 1980 г.

КСА для 70-мм киноплёнки

"Р о с с и я", модель 1СШС — аппарат для синхронных павильонных киносъемок широкоформатных кинофильмов. Разработан в 1967 г.

"Б е р е з к а", модель 1СШН — аппарат для натурных съемок широкоформатных кинофильмов. Разработан в 1973 г.

1 К С Ш Р , 2 К С Ш Р У — широкоформатные аппараты для съемки с рук. Разработаны в 1961 г.

70 К С К — аппарат для ускоренных и комбинированных съемок. Выпускался с 1962 по 1971 г.

КСА для 16-мм киноплёнки

"Р у с ь", модель 16СК — аппарат для синхронной киносъемки телевизионных фильмов (частота съемки только 25 кадр/с). Разработан в 1965 г.

16 С К М — аппарат для синхронной киносъемки. Оснащен ТВ-визиром. Выпускался с 1967 по 1976 г.

16 С П — легкий (3,8 кг) аппарат для репортажных съемок в телевидении. Имеет трехобъективную турель. Обеспечивает киносъемку на киноплёнке как с односторонней, так и двухсторонней перфорацией в прямом и обратном направлении движения киноплёнки.

2 С Р , 2 С Р - М — ручной синхронный аппарат для репортажных съём-



Рис. 2.7. Киносъемочный аппарат "Кинор-16Р" 4КСР

мок. Разработан в 1968 г. на базе ручного аппарата 16СП. Имеет встроенное устройство записи фонограммы на боковую магнитную дорожку киноплёнки. Выпускается с 1975 г.

"К и н о р", модели 16СХ, 16СХ-2М, 16СХ-М — ручной аппарат оригинальной конструкции с пониженным уровнем шума. По техническим характеристикам в течение ряда лет превосходил зарубежные аналоги [166]. Выпускаются две модернизированные модели 16СХ-М (турельный) и 16СХ-2М (бестурельный).

"К и н о р 16Р", модель 4КСР (рис. 2.7) — новый аппарат, отличающийся пониженным уровнем шума, широким диапазоном частот киносъемки, высокой оснащённостью современными системами управления и контроля. Удобен в эксплуатации благодаря наличию встроенного экспонометрического устройства, индикации в поле зрения лупы, устройства для регистрации на киноплёнке стартовых меток. Синхронизация с магнитофоном осуществляется по кабелю или радиоканалу [20]. Выпускается с 1983 г.

Специфические требования, предъявляемые к КСА каждого типа, определяют их основные технические характеристики и эксплуатационные особенности.

Некоторые основные характеристики профессиональных КСА общего назначения, используемых на киностудиях СССР, представлены в табл. 2.1.

2.2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

При большом многообразии типов и моделей КСА, обусловленном различием назначения, оснащённости дополнительными устройствами, важно установить тенденции их развития и дальнейшего совершенствования.

Выпускавшаяся до последнего времени киносъёмочная аппаратура

Профессиональные КСА, используемые на кино- и телестудиях СССР

Формат кино- пленки	Марка, модель, изготовитель, страна	Частота кадров, смен, кадр./с	Обтюратор, угол раскрытия, ... °	Уровень шума, дБА	Масса, кг	Электропривод	Система синхронизации с фонограммой	Выход на ТВ-тракт	Примечания
Павильонные штативные аппараты									
35 мм	"Мир", ЗКСС, ЗКСС-М (СССР)	24	Зеркальный, 0-170	26	65	Синхронный сетевой	Кадротметчик	Нет	Имеется полуавтомат на-плыва
	"Союз", УС-3 (СССР)	24 (6-32)	Зеркальный, 0-170	26	80	Автономный с кварцевой стабилизацией и синхронный сетевой	То же	Есть	Может использоваться без бокса
	"Дружба", УС-2, УС-2М (СССР)	24	Зеркальный, 0-170	28	73	Синхронный сетевой	"	Нет	Имеется механизм напльва
	ЗКССУ (СССР)	24/25	Зеркальные сменные; 120, 150, 180	26	77	То же	"	Есть	-
	BNC-R (фирма "Митчел", США)	24 и 8-24	Два обтюратора 0-175	25	80	Синхронный сетевой, автономный постоянного тока регулируемый, сетевой регулируемый, по кадровый	"	Есть	Имеется автомат напльва
	"Электроник-Кам", "Специаль-Видео" (фирма "Арнольд-Рихтер", ФРГ)	25	Зеркальный, 180	30	98	Синхронный сетевой	Генератор управляющего сигнала	Есть	-

Формат кино- пленки	Марка, модель, изготовитель, страна	Частота кадров, смен, кадр./с	Обтюратор, угол рас- крытия, ...°	Уро- вень шума, дБА	Масса, кг	Электродпривод	Система синх- ронизации с фонограм- мой	Выход на ТВ-тракт	Примечания
70 мм	"Россия", 1СШС (СССР)	24	Зеркальный, 0-165	26	70	Синхронный сетевой	Кадротметчик и подача синх- росигнала на магнитофон	Нет	Есть индика- тор синхронно- го хода, при- ставной полу- автомат на- плыва
16 мм	"Русь", 16СК (СССР)	25	Зеркальный, 0-170	-	21	Синхронный сетевой	Стартовая синхронная маркировка изображения и фонограммы	Нет	Есть полуав- томат наплы- ва
<i>Натурные штативные аппараты</i>									
35 мм	"Эра", 1-КОС, 2-КОС (СССР)	24/25 и 12-32	Зеркальный, 170	36	25	Синхронный сетевой, авто- номный стабили- зированный, по- стоянного то- ка регулируе- мый	Запись черно- вой фотогра- фической фонограммы	Нет	-
	"Родина", 3КСХ, 3КСХ-М, 4КСХ (СССР)	8-48	Зеркальный, 0-160	55	17	Постоянного тока регулируе- мый, синхрон- ный сетевой, по- стоянного тока синхронизируе- мый, показро-	Может рабо- тать по мето- ду "пилот-тон"	Нет	Есть автомат наплыва

35 мм	УС-3Н (СССР)	24 и 6-32	Зеркальный, 170	42	40	Синхронный сетевой, автономный с кварцевой стабилизацией, автономный регулируемый	Кадротметчик	Есть	Натурный вариант аппарата УС-3
"Аррифлекс 35ПСВ" (фирма "Арнольд-Рихтер", ФРГ)									
70 мм	"Березка", 1СШН (СССР)	24 и 12-32	Зеркальный, 165	-	30	Сетевой синхронный, постоянного тока с дискретными частотами	Синхронный сетевой (24 и 25 кадр./с), постоянного тока стабилизированный, постоянного тока регуляторный, скоростной регулируемый	Нет	Есть индикатор синхронности хода
16 мм	2СР, 2СР-М (СССР)	25	Зеркальный, 170	36	9,5	Синхронный сетевой	Запись фонограммы в аппарате	Нет	-
Ручные и плечевые аппараты									
35 мм	"Конвас-автомат" 1КСР, 1КСР-1М, 1КСР-1МУ, 1КСР-2М, 1КСР-2М (СССР)	8-32; 24; 25 8; 16; 24; 32	Зеркальный, 150	55 (53)	6	Постоянного тока регулируемый, автономный стабилизированный	Модель 1КСР-1МУ может работать с устройством передачи	Нет	В модели 1КСР-1МУ есть встроенное экспонметрическое

Формат кино- пленки	Марка, модель, изготовитель, страна	Частота кадров, смен, кадр./с	Объектор, угол раскрытия, ... °	Уровень шума, дБА	Масса, кг	Электропривод	Система синхронизации с фонограммой	Выход на ТВ-тракт	Примечания
ных отметок на магнитофон									
	"Спутник", СКСП (СССР)	8-32	Зеркальный, 160	52	6	Постоянного тока регулируемый, автономный стабилизированный	Нет	Нет	устройство с индикацией в визире —
	"Кинор 35P", 3КСР (СССР)	8-32; 24; 25		45	6	Автономный регулируемый постоянного тока с кварцевой стабилизацией на частотах 24 и 25 кадр./с	Устройство записи кодированной служебной информации	Нет	Может быть укомплектован экспонометрическим устройством с индикацией в визире; есть поворотные сменные лупы
	35 мм "Кинор 35H", 9КСН (СССР)	24; 25; 8-32	Зеркальный, 180	32	11,5	Автономный постоянного тока с кварцевой стабилизацией частот 24 и 25 кадр./с, блок плавнорегулируемых частот 8-32 кадр./с работа от сети	Устройство записи стартовых сигналов или другой служебной информации	Возможна работа с ТВ-риантом мовизиром	Является объектным вариантом мовизиром дели СКСН. Имеет две сменные поворотные лупы. Может быть укомплектован экс-

									понометриче- ским устрой- ством с инди- кацией в ви- зире
	"Кинор-35С", СКСН (СССР)	8—32; 24; 25	28	15	Автономный по- стоянного тока с кварцевой стабилизацией, через специаль- ный блок — от сети	Устройство за- писи служеб- ной информа- ции	Есть ТВ-ви- зир	Имеет встро- енное экспо- нометричес- кое устройст- во с индика- цией в визире, сменные по- воротные лу- пы, индика- тор синхрон- ности, цифро- вые индикато- ры с памятью	
					Зеркальный, 180			—	
35 мм	"Аррифлекс 35ПСВ" без бокса (фирма "Арнольд-Рихтер", ФРГ)	24 и 8—50	62	5	Синхронный сетевой, посто- янного тока стабилизирован- ный, постоянно- го тока регули- руемый	Генератор пи- лот-тона, стар- товая засветка	Нет		
	"Аррифлекс 35ВL II" без бокса (фирма "Арнольд-Рихтер", ФРГ)	24 и 10—90	59	9,5	То же	То же	"	—	
	"Аррифлекс 35ВL II" (фирма "Арнольд- Рихтер", ФРГ)	6—50	28	13	Постоянного то- ка с кварцевой стабилизацией	"	"	Индикатор синхронности звуковой и световой	
70 мм	1КСШР, 1КСШРУ (СССР)	12—32	Зеркальный, 160	6 (8)	Постоянного то- ка регулируемый	—	"	—	

Формат кино- пленки	Марка, модель, изготовитель, страна	Частота кадров, смен, кадр./с	Обтюратор, угол рас- крытия,...°	Уро- вень шума, дБА	Масса, кг	Электропривод	Система синх- ронизации с фонограм- мой	Выход на ТВ-тракт	Примечания
16 мм	"Кинор", 16СХ, 16СХ-М, 16СХ-2М (СССР)	16-64 24; 25	Зеркальный, 70-170	(42) 39	4,7	Постоянного тока регулиру- емый, сетевой синхронный	Устройство стартовой мар- кировки и син- тема синхрони- зации пилот- тон	"	—
	"Кинор 16Р", 4КСР (СССР)	8-64; 24; 25			7	Постоянного тока с кварце- вой стабилиза- цией частот 24 и 25 кадр./с	Устройство для записи старто- вых меток и передачи в маг- нитофон (по кабелю или ра- диоканалу)	Нет	Есть встроен- ное экспоно- метрическое устройство с индикацией в визире, пово- ротная лупа
	"Аррифлекс 16-BL" (фирма "Арнольд- Рихтер", ФРГ)	10-40		30	8	Постоянного тока регулиру- емый, сетевой синхронный, се- тевой с устрой- ством для стар- товой синхрон- ной отметки	Возможна синхронная запись звука на отдельном магнитофоне или в самом аппарате на дополнительный звуко- блоке	"	Есть встроен- ное экспоно- метрическое устройство с автоматичес- ким регули- рованием диа- фрагмы
	"Аррифлекс 16-SR" (фирма "Арнольд- Рихтер", ФРГ)	До 50, 24,25		—	4,5	Постоянного тока с квар- цевой стаби- лизацией на	Независимая синхрониза- ция с магни- тофоном	"	То же и ин- дикатор синхронно- сти

16 мм	"Эклер-16" (Франция)	4-40	Зеркальный, 180	33	7	24 и 25 кадр./с и плавной ре- гулировкой частоты съемки Постоянного тока с кварце- вой стабилиза- цией на часто- тах 24 и 25 кадр./с, сетевой синхронный, по- стоянного тока регулируемый	Система пилот-тон	Есть	Есть пово- ротная лупа (на 360 °)
<hr/>									
<i>Скоростные аппараты</i>									
35 мм	1КСК, 2КСК, 2КСК-М (СССР)	24- 132; 1,1/4	Обычный и зеркальный, 0-170	-	(30) 27	Сетевой показ- ровый, сетевой синхронный, по- стоянного тока регулируемый, постоянного то- ка скоростной	Нет	Есть	Имеется автомат напыла
	"Темп", 1СКЛ, 1СКЛ-М (СССР)	24- 150; 24	Зеркальный, 150	-	12	Постоянного тока регулируе- мый	>>	>>	Есть система автоматиче- ского под- держания по- стоянства экс- позиции при изменении частоты съем- ки
	ЗКСУ (СССР)	24- 240; 24; 48; 72; 96;	Дисковый, 140	-	18	Постоянного тока	Устройство впечатыва- ния отметки времени и	"	То же и ди- станционное управление

Продолжение табл. 2.1

Формат кино- пленки	Марка, модель, изготовитель, страна	Частота кадров, смен, кадр./с	Объектор, угол рас- крытия,...°	Уро- вень шума, дБА	Масса, кг	Электропривод	Система синх- ронизации с фонограм- мой	Выход на ТВ-тракт	Примечания
144; 192; 240 других от- меток									
70 мм	70КСК (СССР)	12-90	Дисковый, 0-160	-	41	Постоянного тока	Нет	Есть	Есть пристав- ной полуавто- матический механизм на- плава

Основные характеристики киносъёмочного аппарата

Группа характеристик	Свойство КСА	Характеристики
Эргономические	Удобство обращения	Масса, габаритные размеры, ёмкость кассет (время съёмки без перезарядки), время перезарядки кассет, тип кассет
	Удобство наблюдения за объектом съёмки	Наличие приставного беспараллаксного визира, ТВ-визира, увеличение визира, яркость и отсутствие мигания изображения при визировании, возможность поворота лупы визира, автоматическая установка obturatora в положение "Визирование" при остановке камеры, подсветка визира
	Удобство управления параметрами объектива Оперативность контроля работы аппарата и условий киносъёмки	Местное, дистанционное, программное управление Наличие: счетчика метража и кадров; указателей синхронного хода, частоты киносъёмки, состояния электропитания, модуляции звука; устройств экспонетрического контроля
Точностные	Точность регистрации (постоянство параметров) изображения во времени (при движении киноплёнки)	Устойчивость изображения. (вертикальная и горизонтальная), устойчивость киноплёнки в кадровом окне вдоль оптической оси, постоянство экспозиции при съёмке плана, стабильность частоты киносъёмки
	То же в пространстве Точность передачи цвета	Разрешающая способность, коэффициент светорассеяния, геометрические искажения
Эксплуатационные	Возможность проведения киносъёмки с чистой записью звука	Уровень шума работающего аппарата
	Возможность проведения киносъёмки при низкой освещённости	Максимальный угол раскрытия obturatora, относительное отверстие объектива
	Многофункциональность или универсальность аппарата	Пределы изменения угла раскрытия obturatora и частоты киносъёмки; возможность обратного хода аппарата; наличие: механизма наплыва, блока звукозаписи, устройства регистрации служебной информации; возможность перехода с одного формата плёнки на другой, работы с боксом и без него, в штативном и ручном вариантах
	Вид электропитания аппарата	От сети, автономное, автономное с возможностью работы от сети
	Диапазон климатических условий эксплуатации	Допустимые температура и влажность воздуха
	Надёжность	Наработка на отказ; количество киноплёнки, транспортируемое при неизменности основных параметров и между профилактическими ремонтами

Группа характеристик	Свойство КСА	Характеристики
Эксплуатационные	Уровень унификации узлов аппарата Комплектация аппарата	Наличие: унифицированных переходных оправ объективов, кассет, гнезд крепления к штативу; блочная конструкция аппарата Наличие комплекта дискретных объективов и ОПФ, светозащитных устройств, светофильтров, принадлежностей для обслуживания аппарата; число кассет

не в полной мере удовлетворяет запросы кинематографистов. Непрерывно развиваясь, искусство кино предъявляет все новые требования к кино-технике.

Общая цель совершенствования КСА заключается в повышении его качества, т.е. совокупности свойств, обуславливающих пригодность КСА для фильмопроизводства с точки зрения потребителя, в первую очередь — кинооператоров и обслуживающих аппарат инженерно-технических работников. Поэтому целесообразно составить перечень таких свойств и характеристик КСА, которые могут быть выражены в виде основных его параметров, входящих в технические требования на аппарат.

Можно выделить следующие группы основных характеристик: эргономические, точностные, эксплуатационные, экономические, эстетические (табл. 2.2), как это сделано в работе [87].

Однако следует отметить, что можно классифицировать характеристики КСА и иначе, например так, как это сделано в работе [116], где с позиций контроля характеристик КСА предложено подразделять характеристики на *динамические* (устойчивость положения киноплёнки в кадровом окне, равномерность средней скорости съёмки, постоянство времени экспонирования, уровень шума, резкость изображения, разрешающая способность изображения, получаемого в системе объектив — механизм аппарата — киноплёнка; время разгона и др.) и *статические* (диапазон скоростей съёмки, диапазон рабочих температур, напряжение электропитания, способ закрепления при съёмке, линейка объективов, оснащённость, масса аппарата и др.).

Так как современные КСА являются совокупностью нескольких сложных систем (механической, электрической, оптической, электронной и др.), состоят из многих блоков, узлов, деталей, то в работе [116] выбран принцип классификации характеристик КСА — по узлам. Выделяются характеристики: механизма аппарата, кассет, электропривода, экспонометрического устройства, ТВ-визира, оптики и др.

2.2.1. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Удобство обращения с аппаратом. Очевидным является стремление разработчиков КСА максимально снизить их массогабаритные показатели, так как по сравнению с аппаратами эпохи немого кино малозумные кинокамеры для синхронных павильонных киносъемок стали слишком громоздкими и тяжелыми (до 70-80 кг), что создает значительные трудности при съемках.

За счет совершенствования конструкций в целом и приводных устройств, применения новых, более прочных и одновременно более легких материалов (например, магниевых сплавов, новых пластмасс, звукопоглощающих материалов) удастся значительно снизить массогабаритные показатели новейших кинокамер, конечно, при допустимом уровне шума. Новый аппарат CP-35 фирмы "Синема продактс" (*Cinema Products*, США), аппарат "Ультракам-35" (*Ultracam-35*) фирмы "Леонетти Вилкам" (*Leonetti Wilcam*, США), аппарат "Панафлекс" (*Panaflex*) фирмы "Панавижн" (*Panavision*, США); новый аппарат "Аррифлекс 35BL III" (*Arriflex 35BL III*) фирмы "Арнольд-Рихтер", новый отечественный аппарат "Кинор 35С" 5КСН — все они имеют при уровне шума до 20 дБ массу в пределах 11,5—15 кг [37, 87, 150, 155, 198], что позволяет кинооператору в случае необходимости передвигаться с кинокамерой на плече.

Емкость кассет непосредственно влияет на массу и габаритные размеры аппарата, поэтому естественное желание кинооператора иметь кассеты большой емкости входит в противоречие с желанием иметь более легкий и компактный аппарат. Решается этот вопрос путем компромисса. В частности, кинокамеры могут быть использованы с различными по емкости кассетами в зависимости от условий киносъемки.

Так называемая "прикладистость" аппарата определяет удобство пользования им и очень важна для кинооператора, но ее трудно выразить количественно. Она зависит от того, насколько продумана конструкция аппарата, удобно расположение органов управления, от сбалансированности кинокамеры при работе на плече, от формы рукояток, кнопок и т.д.

Удобство наблюдения за объектом киносъемки. Самым важным элементом при работе оператора с кинокамерой является визирное устройство, так как во время съемки кинооператор воспринимает снимаемый объект именно через визир. Отсюда главное требование к визиру — давать возможность кинооператору хорошо видеть именно то, что снимается камерой на кинопленку в данный момент. Это достигается за счет применения беспараллаксных систем визирования, основанных на использовании зеркального обтюратора и позволяющих рассматривать через лупу на матовом стекле изображение, построенное съемочным объективом, и производить по нему фокусировку. При этом видимый размер кадра постоянен и не зависит от фокусного расстояния применяемого съемочного объектива.

Это означает, что при работе с ОПФ беспараллаксный визир просто необходим, так как ни одна другая система визирования не позволяет плавно изменять угол зрения соответственно изменению фокусного рас-

стояния объектива. Поэтому в настоящее время практически все кинокамеры выпускаются с беспараллаксными визирами, работающими с зеркальными обтюраторами.

Однако такие визеры имеют и недостатки.

1. Уменьшается яркость наблюдаемого изображения при диафрагмировании объектива. Для исправления этого недостатка можно применить так называемую "прыгающую" диафрагму, известную по некоторым зеркальным фотокамерам. При неработающей камере такая диафрагма всегда полностью открыта для повышения яркости наблюдаемого изображения и обеспечения более точной наводки на фокус. При включении аппарата диафрагма автоматически закрывается до значения, заданного условиями экспонирования. Так, например, функционирует диафрагма в аппарате "Аррифлекс 16-SR". В аппарате "Болекс" (*Bolex 16PRO*) фирмы "Болекс" (Швейцария) до начала съемки диафрагма объектива полностью открывается нажатием специальной кнопки [50].

2. Изображение в лупе приходится рассматривать одним глазом, что затруднительно при быстром панорамировании или движении камеры. В этом отношении приставной оптический визир лучше, так как позволяет рассматривать изображение двумя глазами с некоторого расстояния, но он имеет параллакс по отношению к изображению, создаваемому съемочным объективом. Этот параллакс обычно исправляется автоматически при фокусировании съемочного объектива, но только для плоскости наводки. Размер изображения, видимого в таких визирах, уменьшается с увеличением фокусного расстояния съемочного объектива, и поэтому приставные визеры не могут быть использованы с ОПФ. Но все же приставные визеры выпускаются, и некоторые КСА укомплектованы наряду с беспараллаксными зеркальными также приставными визирами [например, аппараты "Дружба", "Мир", 1КСК, BNCR и "Марк-II" (*Mark-II*) фирмы "Митчел" (*Mitchel*, США) и др.] .

3. Наблюдение объекта съемки при остановленной кинокамере возможно только при определенном положении лопастей зеркального обтюратора. Так как при выключении электродвигателя обтюратор может остановиться в любом положении, то оператору приходится вручную передвигать обтюратор в нужное положение. Чтобы освободить кинооператора от этой манипуляции, желательна автоматическая установка зеркального обтюратора в положение "Визирование" при остановках кинокамеры. Новые модели отечественных и зарубежных аппаратов обеспечивают такую возможность (УС-3, "Кинор 35Р", "Кинор 35С", "Кинор 35Н", "Аррифлекс 35BL", XR-35 фирмы "Синема продактс", несколько 16-мм аппаратов) [50].

Важнейшая характеристика визира КСА — яркость наблюдаемого в нем изображения объекта съемки. Недостаточная яркость изображения при визировании затрудняет кинооператору как слежение за композицией кадра, так и визуальную наводку на резкость. В настоящее время кинооператоры не удовлетворены яркостью изображения в оптических визирах КСА [207]. Увеличение светочувствительности киноплёнок и применение светосильных объективов позволяют кинооператору вести

съемку при меньшей освещенности съемочной площадки, чем раньше. Однако эта положительная тенденция имеет и свою негативную сторону: яркость изображения в визирах КСА уже недостаточна для человеческого глаза.

Кроме того, визирные устройства становятся конструктивно более сложными в связи с предъявляемыми к ним новыми требованиями (возможность вращения окулярной части, компенсация оборачиваемости изображения и т.д.). В результате увеличения числа оптических деталей в визирном устройстве уменьшается коэффициент пропускания света лупой. Дополнительно влияет на него и отвод части света на экспонометрическое устройство.

Все это приводит к тому, что, например, у сложной лупы нового аппарата 5КСН коэффициент пропускания света составляет 0,2, тогда как у простой лупы аппарата СК-1 он составлял 0,7. Главный путь повышения светопропускания луп КСА — нанесение высококачественных многослойных оптических покрытий, снижающих световые потери (см. гл. 3). При этом возможно увеличение количества света в окуляре лупы примерно в 2 раза.

Известны и специальные приспособления для увеличения яркости изображения в визире. Так, в новой кинокамере "Панафлекс" фирмы "Панавижн" конструкторам удалось повысить эту характеристику на 200 % [120]. В комплект кинокамеры TGX фирмы "Дженерал камера" (*General Camera Corp*, США) входит небольшой волоконно-оптический экран, позволяющий кинооператору видеть более яркое изображение объекта киносъемки [65]. В видеоискателе кинокамеры "Мувикам-3" (*Moviescam-3*) для этой цели служит специальное устройство "Мувилайт" (*Movielight*) [122].

В дальнейшем этого может оказаться недостаточно, поэтому высказывается предположение о вероятном переходе на использование высокочувствительного цветного видикона в качестве приемника света в визире КСА [207].

Очень важным эргономическим требованием является *удобство пользования визиром*, так как от этого показателя зависит время, необходимое для выбора композиции кадра, наводки на резкость и т.д. в различных условиях съемки. Так, в последнее время стремятся сделать визирное устройство таким, чтобы окулярную его часть можно было устанавливать в разные положения относительно оптической оси КСА. В некоторых камерах обеспечивается возможность наблюдения изображения как правым, так и левым глазом.

Интересен разработанный на киностудии "Ленфильм" гибкий визир к аппарату 1КСР-2М [188]. Сменный гибкий визир с волоконным световодом и очками дает возможность кинооператору контролировать изображение при любом положении относительно КСА. Особенно удобен такой визир при съемке в сложных интерьерах, при сложных видах панорамирования и съемке с движения. Использование стандартных посадочных элементов позволяет оперативно (за 5 с) заменить обычную лупу гибким визиром. Изображение в нем по своим яркостным и прост-

ранственным характеристикам не отличается от изображения в обычном визире.

Особенно трудно пользоваться оптическим визиром в условиях низкой освещенности снимаемой сцены. Поэтому фирма "Панавижн" разработала специальный осветитель "Панаглоу" (*Panaglow*) [120], подсвечивающий разметку матового стекла визира. Освещенные красным светом линии видны даже при ночной съемке (при дневном освещении они черные). Светящаяся рамка кадра в визире сделана и в новом аппарате "Кинор 35С" 5 КСН [179].

За последние годы отчетливо проявляется тенденция все более широкого применения в КСА *ТВ-визиров*, поскольку эти устройства позволяют:

- получать изображение снимаемого объекта без параллакса;
- наблюдать визируемое изображение двумя глазами;
- получать изображение значительно более яркое и большего размера, чем в оптическом визире, что позволяет рассматривать его на некотором расстоянии;
- наблюдать снимаемый кадр одновременно с кинооператором (на других ВКУ) другим членам съемочной группы (режиссеру, звукооператору и др.);
- наблюдать снимаемое изображение на значительном расстоянии от КСА (сигнал может передаваться не только по кабелю, но и с помощью встроенного УКВ-передатчика по эфиру [198, 199]), что позволяет оператору при наличии системы дистанционного управления КСА находиться на отдалении от камеры, что в ряде случаев очень желательно или даже необходимо (при съемке с опасных или недоступных точек и т.п.);
- осуществлять многокамерную съемку, нашедшую широкое распространение при производстве телевизионных фильмов;
- обеспечивать параллельную видеозапись снимаемого изображения как во время самой киносъемки, так и при репетициях;
- применить систему экспонометрического контроля по телевизионному сигналу снимаемого кадра [38].

Конечно, система ТВ-визирования усложняет КСА, особенно это относится к системе беспараллаксного визирования. Последняя может применяться только в специально разработанных КСА с той или иной светоделительной системой, распределяющей световой поток системы визирования на две части, строящие аналогичные изображения снимаемого объекта в оптическом визире и на мишени передающей ТВ-трубки. Ясно, что наличие светоделительного элемента вызывает дополнительные световые потери в системе оптического визирования. Кроме того, если в этой системе изображение практически всегда цветное, то в системе ТВ-визирования получить цветное изображение труднее, чем черно-белое¹.

¹Фирма "Арнольд-Рихтер" на выставке "Телекинорадиотехника-85" продемонстрировала первый КСА с системой цветного ТВ-визирования. Этот телевизор позволяет получить изображение без мельканий за счет "запоминания" ТВ-сигнала в течение некоторого временного интервала.

Следует отметить также необходимость специального электрического питания передающей и приемной ТВ-трубок, усложнение электронной части системы и увеличение общего расхода тока, потребляемого кинокамерой.

Чаще всего систему ТВ-визирования сочетают с системой оптического визирования, причем систему ТВ-визирования выполняют не полностью, а только в виде оптического выхода на передающую трубку, которая может быть подключена к этому оптическому выходу.

Управление параметрами объектива. По сравнению с обычным, так называемым "местным" управлением параметрами объектива — диафрагмой и дистанцией, а для ОПФ еще и масштабом — дополнительное удобство в работе кинооператора создает возможность дистанционного управления этими параметрами.

Обычно системы дистанционного управления используются в сочетании с ТВ-визирами, что позволяет кинооператору в случае необходимости управлять съемкой, даже находясь на отдалении от кинокамеры.

Дистанционное управление параметрами объектива осуществляется при помощи сервоэлектродвигателей, управляемых с пульта и передающих свое движение соответствующим регулировочным механизмам КСА. Такие системы довольно широко используются в настоящее время.

В современных КСА определенное применение находят системы программного или автоматического управления параметрами объектива.

В случае использования в кинокамере ОПФ может быть применено устройство программного управления *фокусным расстоянием* ОПФ, осуществляющее плавное изменение этой величины. Причем кинооператором могут быть заданы любая скорость и пределы его изменения, допускаемые диапазоном характеристик данного устройства. Так, система электропривода для дистанционно — программного управления типа КЭП осуществляет полное изменение фокусного расстояния объектива автоматически за 2-40 с.

Автоматическое управление *диафрагмой объектива* обеспечивает правильный режим экспонирования киноплёнки. Диафрагма объектива регулируется автоматически на основе показаний экспонометрического устройства КСА с учетом светочувствительности используемой киноплёнки. Автоматическое управление диафрагмой объектива применяется также для поддержания установленной экспозиции при изменении частоты киносъемки (например, в аппаратах 1КСЛ-М "Темп", ЗКСУ и др.) [198, 122].

Кроме того, возможно автоматическое управление *фокусированием изображения*. В настоящее время находят применение несколько систем автоматической фокусировки (САФ) [204, 213]: внутрибазовые дальномеры; анализаторы частотного спектра объекта съемки; с использованием нелинейности характеристики светоприемника; с использованием принципа эхо-локации; на основе измерения переменной составляющей модулированного светового потока, исходящего от объекта съемки; с использованием принципа Шейнера.

Всю совокупность САФ можно подразделить на системы активного и пассивного типов. В системах *активного типа* на кинокамере устанавливается источник энергии, направляемой в сторону объекта съемки. Отраженная от него часть этой энергии воспринимается чувствительным элементом устройства автофокусировки, после чего специализированный процессор определяет дистанцию наводки на основании оценки времени, затраченного при прохождении сигнала от источника излучения до объекта. Принципиальное отличие САФ *пассивного типа* заключается в том, что в качестве входного сигнала они используют либо первичное, либо вторичное излучение предмета, резкое изображение которого необходимо получить. САФ каждого из этих двух классов имеют свои достоинства и недостатки, поэтому выбор типа САФ зависит от конкретных эксплуатационных условий.

САФ активного типа. Сканирование пространства объектов съемки в активных САФ осуществляется с помощью видимого излучения, излучения инфракрасного (ИК) диапазона, акустических волн, радиоактивного излучения.

Ясно, что для целей киносъемки сигнал локации, лежащий в видимой области спектра, лучше не применять.

Более предпочтительным следует считать сигнал в ИК-области спектра, так как такой сигнал неактивен. Так, фирма "Болекс" выпустила для своих аппаратов систему AIR (*Automatic Infrared Rangefinder* — автоматический инфракрасный дальномер). В киноаппарате "Бауэр-К76" (*Bauer K76*) фирмы "Бош" (*R. Bosch*, ФРГ) также использовалось ИК-излучение. Однако при дневном освещении на натуре ИК-системы работают хуже. В 16-мм кинокамере "Болекс LR" (*LR — Laser Rangefinder* — лазерный дальномер) вместо обычного ИК-излучателя применен мышьяково-галлиевый лазер. При этом обеспечена возможность измерения расстояний от 1,2 м до бесконечности при любом — естественном или искусственном — освещении [1]. Недостатком САФ с ИК-излучателями является также то, что при определенной интенсивности ИК-излучение может быть опасным для роговицы глаза актера [204]. По этой причине применяют систему регулирования мощности излучения сканера в зависимости от расстояния между ним и объектом съемки.

Значительно большее практическое применение получили САФ с электроакустическим преобразователем, излучающим колебания в ультразвуковом (УЗ) диапазоне. Это удобнее и потому, что скорость распространения УЗ-колебаний значительно меньше, чем световых, что снижает требования к точности и стабильности электронной схемы устройства.

Фирма "ПолярOID" (*Polaroid*, США) разработала ультразвуковой радар "Сонар Аутофокус" (*Sonar Autofocus*), которым оснащен 8-мм аппарат "Оймиг Аутофокус" (*Eumig Autofocus 4XL*). Диапазон автоматической фокусировки 0,25–10 м, время перефокусировки 60 мс, причем в системе постоянно поддерживается оптимальная резкость изображения объекта съемки, произвольно перемещающегося в зоне действия локатора.

Система "ПолярOID Сонар" (*Polaroid Sonar*) используется также

в профессиональном аппарате "Панафлекс", оснащенном устройством "Панатайп ультрасоник" (*Panatape Ultrasonic*). Это устройство используется только в режиме измерения дистанции с выводом информации на цифровой дисплей. Однако предполагается автоматизировать саму наводку объектива, тем более что этот вариант системы (отдельные излучатель и приемник) позволяет работать в режиме постоянного контроля резкости изображения движущегося объекта съемки.

Вообще принципиальным достоинством САФ активного типа является то, что их функционирование не зависит от степени освещенности и контрастности объекта съемки, как это имеет место в САФ пассивного типа. Но эффективность действия САФ активного типа зависит от того, в какой мере объекты съемки способны отражать используемый вид излучения. Это ограничивает область их применения.

Невозможно, например, определить с помощью УЗ-локатора дистанцию до объекта, сильно поглощающего звуковую энергию. Нельзя также осуществить автоматическую наводку на резкость для предмета, находящегося за стеклянной преградой, за кисейной занавеской, сеткой и т.п. Кроме того, радиус действия эхо-локатора ограничен из-за сильного снижения интенсивности воспринимаемого отраженного сигнала. Ясно, что концентрация излучения в пределах возможно более малого пространственного угла увеличивает радиус действия системы.

Еще одна особенность таких систем влияет на характер их применения: они реагируют на предмет, ближе всего расположенный к локактору, что создает проблему при съемке многоплановых сцен. Чтобы изменить точку наводки на резкость, необходимо переориентировать КСА (его оптическую ось), что нарушает композицию кадра.

САФ пассивного типа. Наиболее известной системой такого типа является "Визитроник Аутофокус" (*Visitronic Autofocus*) фирмы "Хони-велл" с внутрибазовым дальномером [204]. Принцип работы системы заключается в следующем. Подвижное зеркало сканирует пространство предметов, создавая в плоскости своего фотоприемника изменяющееся во времени изображение, которое в определенный момент становится идентичным изображению, сформированному вторым, неподвижным зеркалом на поверхности другого светоприемника. В этот момент корреляционный сигнал на выходе электронной схемы достигает максимального значения, что вызывает срабатывание системы управления электроприводом съемочного объектива.

Устройства "Визитроник Аутофокус" применены во многих любительских кинокамерах: 60AFXL фирмы "Чинон" (*Chinon*, Япония), "Саунд стар" (*Sound Star AF*) фирмы "Белл-Хауэлл" (*Bell-Howell*, США) и др.

Система автоматической фокусировки "Кэнон SST" (*Canon SST*) фирмы "Кэнон" (*Canon*, Япония) также построена по принципу внутрибазового дальномера: в ней применяется не механическое, а электронное сканирование пространства предметов. В качестве светоприемника впервые применена матрица на приборах с зарядовой связью. Операцией автофокусировки управляет микропроцессор, вычисляющий дистанцию

до объекта съемки и вырабатывающий сигнал управления электроприводом съемочного объектива. Такой системой оснащен любительский аппарат "Кэнон AL 514 XL-C"

Интересной разновидностью САФ пассивного типа является устройство фирмы "Лейтц" (*Leitz*, ФРГ), осуществляющее фокусировку на основе анализа резкости вспомогательного изображения в плоскости, сопряженной с плоскостью размещения пленки. Поскольку для формирования вспомогательного изображения объекта съемки используется сам съемочный объектив (а не другая оптическая система, как в базовых дальномерах), то такая одноканальная система имеет ряд преимуществ, так как не требует строгой идентичности, точности изготовления и юстировки двух измерительных оптических каналов. Система может работать со всеми сменными объективами комплекта.

Прогрессивна и перспективна идея комплексного использования устройств, анализирующих контрастность изображения не только для целей автофокусировки, но также и для целей экспонетрии. Это удобно, так как используется принцип TTL (см. с. 51).

Перспективно и использование в качестве прибора, анализирующего контрастность изображения объекта съемки, передающей трубки системы беспараллаксного ТВ-визирования КСА, как это делается в телевизионных передающих камерах (на основе анализа преимущественно высокочастотной части спектра ТВ-сигнала). Это обеспечивает комплексное использование ТВ-визира кинокамеры (визирование, автофокусировка, экспонетрия).

Общим и существенным органическим недостатком всех САФ пассивного типа является зависимость эффективности их работы от степени освещенности (яркости) объекта съемки и его контрастности, что накладывает определенные ограничения на пороговые значения параметров этих систем.

Оперативность контроля работы КСА и условий киносъемки. Очень важен в работе с КСА оперативный контроль за правильностью хода процесса киносъемки, поскольку оператору, особенно при синхронной киносъемке, кроме композиции, фокусировки кадра и т.д. необходимо контролировать одновременно несколько параметров, отражающих работу нескольких различных систем КСА: частоту съемки; количество отснятой или неэкспонированной кинопленки; экспозиционный режим; синхронность работы КСА и звукозаписывающей техники; состояние системы электропитания; режим записи звука при наличии встроенного блока звукозаписи.

Указатели частоты киносъемки и метража отснятой или оставшейся кинопленки имеются, конечно, на каждом КСА. Новым является переход от механических стрелочных указателей к электронным цифровым, более удобным и точным. В некоторых камерах такие счетчики работают совместно с устройством памяти и сохраняют отсчет при выключении электропитания ("Кинор 35С").

Во время киносъемки оператор, следя за снимаемым объектом, обычно неотрывно смотрит в визир, поэтому понятно стремление конст-

рукторов современных КСА дать возможность оператору получать необходимую информацию о работе различных систем КСА, не отрываясь от визира.

Первоначально в визир КСА по аналогии с фотоаппаратами стали выводить данные о работе встроенного экспонометрического устройства, что (особенно в сочетании с полуавтоматическим или автоматическим управлением диафрагмой объектива) очень облегчает работу оператора при репортажных киносъемках в необычных условиях, например при съемке с самолета или вертолета, в труднодоступных местах, под водой и т.д.

Вот почему, например, для ручного аппарата "Конвас-автомат" в ряде случаев разрабатывают встроенные экспонометрические устройства [57, 99]. Обычно такие устройства представляют собой так называемые системы ТТЛ (*TTL — Through the Lens*). В этом случае фотоприемник экспонометрического устройства устанавливается за объективом КСА и измеряет интегральную яркость всего создаваемого съемочным объективом изображения снимаемого объекта или какой-либо его части. При этом угловой размер площадки, яркость которой измеряется, всегда связан с углом поля изображения объектива, что особенно важно при использовании ОПФ.

Для определения экспозиции по важной в сюжетном отношении части или детали кадра, имеющей относительно небольшие размеры, экспонометрическое устройство должно измерять средневзвешенную яркость изображения некоторой небольшой части кадра. Эти принципы положены в основу нового, разработанного НИКФИ экспонометрического устройства, примененного в новых КСА [57]. Два режима измерения — "интегральный" и "точечный" — дают сведения об усредненной яркости центральных участков кадра с диаметрами 11 и 2 мм соответственно. Расширен диапазон вводимых экспозиционных параметров: светочувствительность киноплёнки от 16 до 350 ед. ГОСТ и частота киносъемки от 4 до 40 кадр./с. Индикация результатов измерений осуществляется не стрелочным (как в применявшихся ранее экспонометрах) индикатором, а с помощью линейки из 15 светодиодов, указывающих своим свечением значения диафрагмы в пределах от 4 до 3,5 ступеней с шагом 0,5 ступени. Устройство работает как при остановленном, так и при работающем механизме КСА.

Интересна попытка конструкторов исключить потери света в визирной системе КСА при отведении с помощью какого-либо светоделительного элемента части светового потока на фотоприемник. Так, встроенный в 16-мм камеру "Аатон" (*Aaton 7LTR*, Франция) экспонометр имеет два кремниевых фотодиода, которые расположены по бокам кадрового окна и воспринимают свет, отраженный эмульсионным слоем киноплёнки при ее экспонировании, что не требует деления света в системе [199].

Возвращаясь к вопросу о комплексном использовании визира, отметим, что в некоторых КСА конструкторы предусмотрели возможность одновременного наблюдения в визире зрительной информации, харак-

теризующей работу различных систем КСА. Так, в новых отечественных КСА, например в "Киноре 35Р", "Киноре 35С", "Киноре 16Р", в поле зрения визира введена информация о работе экспонометрического устройства и электропривода [81, 179]. По-видимому, наиболее комплексно используется визир в кинокамере СР-16 фирмы "Синема продактс", где в видоискателе помещено специальное информационное табло [70]. Там вокруг поля изображения кадра в видоискателе расположены символы, образованные светодиодами, которые позволяют контролировать: состояние батареи электропитания; работу системы синхронизации; количество пленки в кассете; правильность режима экспонирования, а в случае отклонения от него — степень недодержки или передержки (ступенями по 0,5 делений диафрагмы); модуляцию звукового сигнала во встроенном устройстве звукозаписи.

В кинокамере ТГХ-16 [65] в рукоятку встроена кнопка ввода в поле зрения визира цифровых светодиодных шкал счетчика метража пленки и указателя уровня модуляции записи звука, а также красной сигнальной лампы, загорающей при нарушении синхронизации КСА с магнитофоном (в некоторых камерах имеется также звуковая сигнализация о нарушении синхронности хода КСА [50]).

2.2.2. ТОЧНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность регистрации изображения во времени. Обеспечение устойчивости изображения, т.е. повторяемости (постоянства во времени) расположения изображения отдельных кадров на движущейся киноплёнке относительно ее перфорации и края, — одно из самых главных требований к КСА.

Устойчивость изображения определяется точностью транспортирования киноплёнки на шаг кадра, которая кроме геометрических параметров киноплёнки зависит от конструкции грейферного механизма и фильмового канала. Повышение устойчивости является нелегким делом для разработчиков КСА, поскольку оно достигается за счет усложнения конструкции грейферного механизма, усиления прижима в фильмовом канале, что, в свою очередь, приводит к таким нежелательным последствиям, как повышение массогабаритных показателей, уровня шума при работе, мощности и габаритных размеров электропривода, сужение диапазона изменения частоты съемки. Поэтому самой высокой степени устойчивости изображения (до 0,005—0,008 мм) удастся достигнуть только у относительно крупных и тяжелых КСА для комбинированных съемок, например для съемки в несколько экспозиций.

Считается, что синхронные штативные камеры и лучшие ручные со сложными грейферными механизмами (имеющими контргрейферы) обеспечивают устойчивость изображения порядка 0,01 мм, а ручные КСА без контргрейферов — порядка 0,02 мм.

Постоянство экспозиции. Большое значение для качества изображения, создаваемого КСА, имеет постоянство экспозиции. Оно может быть нарушено при съемке в результате изменения времени экспонирования, либо освещенности изображения в кадровом поле КСА.

Как правило, объект киносъемки имеет постоянную освещенность, киносъемка производится объективами с заранее установленными и неизменяемыми в процессе съемки параметрами. В этих условиях возникновение мельканий изображения в пределах одного плана может быть только следствием нестабильности мгновенной угловой скорости obtюратора КСА из-за зазоров в передаточном механизме, вызывающих появление холостого хода obtюратора, или самопроизвольного периодического изменения угла раскрытия obtюратора в камерах, имеющих узел obtюраторного наплыва, а также периодического изменения частоты киносъемки.

Уменьшение непостоянства времени экспонирования в КСА ведет не только к ослаблению мельканий, но также к снижению уровня шума, повышению устойчивости положения киноплёнки в кадровом окне и др. [160].

Непостоянство экспозиции может также возникать при съемке в свете металлогалогенных ламп (подробнее об этом см. гл. 5).

Точность регистрации изображения в пространстве. Такой важный показатель качества изображения на экране, как резкость, в значительной мере зависит от разрешающей способности КСА [115, 163].

Разрешающую способность КСА можно представить как результирующую разрешающую способность системы объектив — камера — киноплёнка. Так называемая "фотографическая разрешающая сила", показывающая способность объектива воспроизводить на киноплёнке отдельно мелкие детали объекта съемки, является характеристикой системы объектив — киноплёнка. КСА не должен заметно ухудшать разрешающую способность, определяемую характеристиками объектива и киноплёнки. Причиной возможного ухудшения могут быть: отклонение киноплёнки при ее экспонировании в фильмовом канале от фокальной плоскости, т.е. смещение киноплёнки вдоль оптической оси; смещение киноплёнки в вертикальном и горизонтальном направлениях; неточность установки объектива в КСА и вибрации объектива; недостаточно точная фокусировка изображения и др. Существенно влияет на разрешающую способность равномерность работы механизма КСА [115].

Характер и степень отклонения киноплёнки от фокальной плоскости изображения в кадровом окне КСА определяются физико-механическими свойствами и геометрическими параметрами киноплёнки. Отрицательно влияет усадка, скручивание, коробление плёнки, неточное перфорирование и др. [47, 115, 206].

Важно отметить, что при применении сверхсветосильных объективов требования к стабильности положения киноплёнки в КСА вдоль оси объектива должны быть ужесточены [9, 206], так как увеличение светосилы объектива неизбежно влечет за собой уменьшение глубины резко изображаемого пространства. Так, для пространства изображений глубина резкости при обычном диаметре кружка рассеяния 0,03 мм составляет 0,06—0,07 мм, т.е. $\pm 0,03$ —0,035 мм относительно плоскости киноплёнки. Поэтому требуется, чтобы КСА обеспечивал стабильность положения плёнки вдоль оптической оси в пределах $\pm 0,02$ мм, иначе при самой

тщательной наводке на дистанцию съемки изображение будет нерезким.

Точность наводки на резкость по лупе КСА зависит от: коэффициента увеличения лупы; структуры и яркости матового стекла; относительного отверстия объектива; характера объекта съемки. В наилучшем случае точность наводки по лупе может составить $\pm 0,02$ мм, в наихудшем $\pm 0,1$ мм [215]. При диафрагмировании объектива точность наводки, естественно, уменьшается.

Несколько большую точность может дать наводка с использованием дистанционных шкал объективов, но только в случае правильной и точной градуировки шкал. Точность дистанционных шкал во всех случаях уменьшается с уменьшением дистанции. Погрешность дистанционных шкал киносъемочных объективов достигает 0,02–0,04 мм [215].

Особенно трудно добиться точной наводки на резкость при съемке с относительным перемещением КСА и сюжетно важного объекта [195].

Повышение точности фокусировки киносъемочного объектива может быть достигнуто за счет улучшения условий наблюдения объекта съемки в визирном устройстве КСА (при наводке на резкость по изображению в визире), а также за счет рационального конструирования шкал объективов с индикацией линейных участков шкалы (при наводке на резкость по расстоянию) [195], применения систем автофокусировки.

Под точностью регистрации изображения в пространстве также понимают *точность передачи контраста объекта съемки*. На нее может отрицательно влиять повышенное светорассеяние в КСА. Поэтому разработчиками должны быть приняты все возможные меры: уменьшение светорассеяния в объективах КСА; применение эффективных бленд, защищающих объектив от постороннего света; уменьшение любых отражений света внутри аппарата на пути от объектива к киноплёнке. Необходимо также обеспечить полную светонепроницаемость аппарата за счет уплотнения мест стыка на всех открывающихся деталях и "светолабиринтов" в кассетах с киноплёнкой.

Геометрические искажения снимаемого объекта становятся заметными при применении короткофокусных, т.е. широкоугольных, киносъемочных объективов, особенно при съемке объектов правильной геометрической формы, а также при панорамировании.

Точность передачи цвета. Точность передачи цвета при киносъемке¹ зависит как от цветопередающих свойств оптической системы кинокамеры, так и киноплёнки. Киносъемочные объективы не должны вносить собственных цветовых искажений при цветной киносъемке, т.е. должны иметь спектральную характеристику пропускания (см. гл. 3), обеспечивающую допустимые значения так называемых "цветовых различий" в изображении.

¹ Иногда для достижения художественного эффекта кинооператоры намеренно искажают цветопередачу с помощью ряда средств, в том числе *дополнительной дозированной засветки* цветной киноплёнки. Так может быть снят даже весь фильм [61, 106]. В этом случае источник света находится в самом КСА.

2.2.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Возможность проведения киносъемки с чистовой записью звука. Одно из самых серьезных требований, предъявляемых к КСА, — это *низкий уровень шума* при работе, причем не только при синхронной съемке, но и съемке с последующим озвучиванием, а также репортажной.

Допустимый уровень шума (звука) аппарата зависит от места и условий киносъемки. Ориентировочные значения допустимого уровня шума КСА, установленные на основе анализа современного состояния киносъемочной аппаратуры и требований кинооператоров и инженерно-технических работников киностудий [87], приведены в табл. 2.3.

Уровень шума КСА тесно связан с его массой: чем меньше допустимый уровень шума аппарата, тем обычно больше его масса, и наоборот — чем больше допустимая масса КСА, тем легче его изготовить малошумным, так что требование обеспечения низкого уровня шума противоречит требованию снижения массы.

И все-таки разработчикам КСА следует стремиться к снижению уровня шума не за счет увеличения массы аппаратов, а только за счет конструирования специальных малошумных передач и грейферных механизмов, повышения точности изготовления механизмов, применения новых материалов, разработки антивибрационных конструкций корпуса камеры и отдельных узлов КСА, использования специальных звукопоглощающих материалов, применения новых систем электрического привода и звукоизолирующих боксов.

Таким образом, меры по снижению уровня шума работающего КСА сводятся к технологическим усовершенствованиям, направленным на уменьшение сил, вызывающих вибрации деталей, узлов и всего КСА; виброизоляции и вибропоглощению; звукоизоляции и звукопоглощению.

Некоторые удачные конструкции грейферных механизмов в сочетании с применением специальных материалов при высокоточном исполнении обеспечивают очень низкий уровень шума КСА при сравнительно небольшой массе. Примером может служить оригинальный грейферный механизм камеры "Аррифлекс 35BL II" [155] и некоторых других [158].

Большое внимание уделяется в настоящее время виброизоляции, осуществляемой различными способами: применением упругих элементов для разделения узлов механизма КСА, отделением узла объектива от остального корпуса, использованием "многокаскадной" виброизоляции [88, 158].

Таблица 2.3

Допустимые уровни шума КСА, дБА

Условия записи	Павильон	Натурная площадка	Чистая натура	Интерьер
Чистовая запись	27	32	40	32
Съемка с последующим озвучиванием	32	40	45	40

Хорошее вибропоглощение достигается за счет применения сложных разнородных металлических конструкций, оклейки поверхностей свинцовистой резиной, нанесения на поверхности специальных вибропоглощающих материалов и мастик, покрытия зубчатых колес тонким слоем другого металла и др. [88].

Специальные материалы используются и в сложных звукопоглощающих конструкциях (например, сотовой), образованных слоями различных по свойствам материалов или имеющих специальные перфорированные пленочные покрытия [88].

Эффективно с точки зрения снижения шума применение в грейферном механизме устройства для изменения шага грейфера в зависимости от действительного шага перфораций используемой киноплёнки, как в камерах "Митчел-205R", XR-35 [37, 158] и др.

При использовании в кинокамере малозумных малогабаритных электродвигателей, которые могут обеспечивать синхронное и синфазное вращение основных валов аппарата, отпадает необходимость в передаточном механизме, вносящем значительный шум. Так поступили, например, разработчики плечевой 35-мм камеры "Мувикам" [79]: для уменьшения кинематических связей в аппарате использованы три отдельных шаговых электродвигателя для привода грейфера, обтюратора и зубчатых барабанов. Однако это потребовало введения сложной электронной системы управления электроприводом [158].

Возможность проведения киносъемки при низкой освещенности. Возможность проведения киносъемки при низкой освещенности снимаемого объекта прежде всего связана с использованием киноплёнки высокой светочувствительности. Поэтому одно из направлений совершенствования негативных киноплёнок — *повышение их светочувствительности*, достигаемое как за счет улучшения самих киноплёнок, так и за счет применения особых приемов их экспонирования (например, дополнительной дозированной засветки [214, 31]) и обработки.

Важным направлением повышения светочувствительности системы объектив — киноплёнка является *повышение светосилы объектива* (увеличение его относительного отверстия). В настоящее время специально разрабатываются и выпускаются так называемые "особо светосильные" объективы с увеличенными по сравнению с обычными значениями относительного отверстия (см. гл. 3).

Повышение светочувствительности системы камера — киноплёнка может быть достигнуто также за счет совершенствования самой кинокамеры, а именно — за счет *увеличения угла раскрытия обтюратора*, который у большинства камер общего назначения лежит в пределах $160-180^\circ$, достигая в отдельных моделях 200° и более [камера "Камефлекс" (Cameflex CM3B-35) фирмы "Эклер" (Франция) и павильонный аппарат "Панавижн" для широкоформатных фильмов] [50]. В новом отечественном КСА "Кинор-35Р" можно увеличить угол раскрытия обтюратора до $210-220^\circ$ при установке однолопастного обтюратора [81]. Увеличение угла раскрытия обтюратора вызывает, однако, значительное усложнение конструкции КСА.

Многофункциональность или универсальность КСА. Как правило говоря о многофункциональности или универсальности современного КСА, подразумевают такие характеристики, как: изменение угла раскрытия obtюратора; пределы изменения частоты киносъемки; наличие блока звукозаписи; возможность работы с боксом и без него; возможность работы с различными приводами; возможность перехода от штативного варианта к ручному; возможность перехода с 35- на 16-мм киноплёнку. Рассмотрим подробнее эти характеристики.

Изменение угла раскрытия obtюратора. Наличие в КСА obtюратора с регулируемым углом раскрытия позволяет выполнять съёмку с "затемнением" и наплывы. Изменяя в процессе съёмки угол раскрытия obtюратора от максимального до минимального, можно получить плавный переход от нормально экспонированного кадра к темному, недодержанному. Все большее число моделей профессиональных КСА оснащают obtюратором с переменным углом раскрытия. В некоторых КСА имеется устройство, позволяющее изменять угол раскрытия obtюратора не вручную, а с помощью специального механизма, причем, регулируя скорость изменения угла раскрытия obtюратора, можно получить на киноплёнке затемнение разной длины. Этот же механизм служит для получения наплыва. Им оснащены камеры "Дружба", "Мир", 1КСК, 1КСМ, BNCR, "Русь", "Болекс Н-16" [50].

Пределы изменения частоты киносъёмки. Синхронные КСА, выпускавшиеся ранее, как правило, рассчитаны на работу с частотой съёмки 24 кадр./с, более поздние модели — также и на 25 кадр./с (для телевидения). Причем в современных аппаратах частота съёмки поддерживается стабильной, как правило, с точностью до $\pm 15 \cdot 10^{-6}$ за счет кварцевой стабилизации электропривода [17]. Для расширения возможностей, предоставляемых КСА, конструкторы стремятся обеспечить изменение частоты киносъёмки со ступенчатой или плавной регулировкой.

Для кинокамер общего назначения типичным является диапазон изменения частоты киносъёмки от 4—8 до 32—100 кадр./с. У скоростных аппаратов верхний предел частоты съёмки доходит до 200—250 кадр./с.

По-видимому, наиболее широкие возможности изменения частоты киносъёмки среди 35-мм аппаратов общего назначения предоставляет новый плечевой 35-мм аппарат "Мувикам-3" [122], который рассчитан на съёмку с частотой 3—140 кадр./с на прямом и обратном ходу. Аппарат работает от батареи и от сети, имеет кварцевый стабилизатор частоты съёмки. Возможно плавное изменение частоты в процессе киносъёмки, в том числе и по заранее установленной программе. Следует отметить, что в этой камере, как и в советском аппарате "Темп" [50], для сохранения экспозиции неизменной при плавном изменении частоты киносъёмки диафрагмой объектива управляет специальное автоматическое устройство.

Самым нижним пределом частоты киносъёмки является покадровая съёмка. Только небольшое число моделей кинокамер дают возможность производить покадровую съёмку (см. табл. 2.1). Покадровый привод

часто выполняется в виде отдельного устройства, которое может работать с различными камерами.

Небольшое число моделей кинокамер имеет привод с реверсированием.

Наличие блока звукозаписи. Из отечественных профессиональных 35-мм кинокамер специальный модулятор света для записи вспомогательной черновой фонограммы на негативную киноплёнку рядом с изображением имеет только КСА "Эра". Встроенный блок звукозаписи имеется в ряде моделей 16-мм профессиональных КСА. Причём запись осуществляется на магнитную дорожку, нанесённую на киноплёнку. Это кинокамеры [50, 65]: 2СР, 2СР-М, ТГХ-16, SSR-16 фирмы "Митчел", СР-16А фирмы "Синема продактс", "Болекс-16PRO". В отличие от других, при съёмке камерой "Болекс-16PRO" можно осуществлять слуховой контроль записи не через головные телефоны, а с помощью небольшого громкоговорителя, что в ряде случаев может быть более удобным.

Для обеспечения большей мобильности при записи звука встроенным в кинокамеру блоком звукозаписи фирма "Алан Гордон энтерпрайзис" (*Alan Gordon Enterprises*, США) выпустила беспроводную радио-микрофонную систему, приёмник которой может быть укреплен на корпусе киноаппарата и подключен к блоку звукозаписи [66].

Запись служебной информации. Простейшим вариантом записи служебной информации является нанесение каких-либо стартовых отметок на киноплёнку одновременно с записью этих отметок на фонограмму. Задачу записи стартового сигнала на киноплёнку решают в ряде кинокамер ("Дружба", "Мир", BNCR, "Кинор", "Русь", "Аррифлекс 2CGS", "Болекс-16") с помощью специальных устройств — кадроотметчиков [52, 50].

В КСА, разработанных для использования в комплектах аппаратуры для многокамерных съёмок, записывается информация о том, которой из камер произведена съёмка данного фрагмента [185, 189].

В последние годы развиваются системы записи служебной информации, позволяющие получать синхронную отметку по всей длине киноплёнки и магнитной ленты снимаемого плана через небольшие интервалы времени. Такая разметка даёт возможность при монтаже фильмовых материалов осуществлять синхронную привязку любых отрезков этих материалов, длина которых не меньше длины интервала между синхронными отметками. С этой точки зрения интервал синхронной разметки должен быть небольшим, в пределе равным одному кадру изображения [64, 196].

Наиболее распространённой системой синхронной разметки является так называемая "временная разметка", интервал которой чаще всего составляет 1 с. При такой разметке на киноплёнке и одновременно на магнитной ленте в магнитофоне через каждую секунду записывается сигнал от высокостабильных кварцевых генераторов. Кроме того, записывается так называемая адресная информация, т.е. сведения о назва-

нии фильма, номере дубля, номере кадра, номере кинокамеры и др. [145].

Вся необходимая служебная информация может быть зарегистрирована на киноплёнке либо в обычной форме (цифровые или буквенные символы), либо в закодированном виде (комбинация меток выбранной формы — точки, штрихи и т.д.). Для этого используются обычно светодиоды, управляемые специальными электронными схемами и экспонирующие киноплёнку в нужном месте.

Место расположения записанной служебной информации на киноплёнке может быть различным: звуковая дорожка, межперфорационные перемычки, пространство по краям киноплёнки за перфорациями и т.д. Место для записи с помощью малогабаритных светодиодов выбирается конкретно в зависимости от особенностей конструкции КСА. Но для обеспечения возможно меньшего сдвига между синхронной меткой и соответствующим ей кадром на киноплёнке светодиоды располагают как можно ближе по ходу киноплёнки к кадровому окну аппарата [158, 179]. В конструкциях всех новых отечественных КСА (ЗКСР, 4КСР, 5КСН) предусмотрена запись кодированной служебной информации от внешнего генератора. В оригинальной системе синхронной разметки фильмовых материалов, используемой на киностудии "Беларусьфильм", применяется аппарат 1КСР-1М, переоборудованный для регистрации сигналов кода и тактовой частоты на киноплёнку [154].

Кинокамера МРЕ фирмы "Авион" (*Avion Corp.*, США) имеет устройство, работающее на жидких кристаллах, которое дает возможность впечатывать на киноплёнку служебную информацию в обычной цифровой форме, что позволяет обойтись без последующего декодирования [78]. Аппарат АСЛ фирмы "Эклер" снабжен устройством, позволяющим использовать как кодированную, так и прямую запись в виде цифр, составляемых из семи элементов [199]. В системе "Аатон" на киноплёнку в КСА регистрируется сигнал, состоящий из букв или цифр [34].

Все большее распространение получает система кодирования фильмовых материалов с использованием кода SMPTE [33], применяемого в видеозаписи.

Оригинальный способ регистрации служебной информации на киноплёнке разработан фирмой "Кодак" [36]. Запись кода производится на специальном прозрачном и бесцветном слое, наносимом при изготовлении киноплёнки по всей ширине ее поверхности со стороны основы. За пределами кадра изображения может быть записано более 100 бит информации на длине киноплёнки в один кадр, причем может применяться бесконтактная магнитная запись, исключая изнашивание поверхности киноплёнки. Магнитный слой толщиной менее 8 мкм с оптической плотностью $D = 0,15$ практически не оказывает влияния на качество изображения.

Возможность работы с боксом и без него. Определенное удобство в работе может дать применение КСА, которые могут использоваться в двух вариантах: с боксом для синхронной съемки и без него — для ос-

тальных случаев, где допустим большой уровень шума.

Таким образом могут использоваться, например, аппараты УС-3, "Союз", "Аррифлекс" (различные модели), "Камефлекс СМЗВ-35", "Марк-II" фирмы "Митчел", причем фирма "Арри" (*Arri*) выпускает для своих камер боксы различных типов: для работы с кассетами емкостью 60, 120, 300 м киноплёнки; для работы с ОПФ; для подводных съёмок.

Снижение уровня шума при боксировании составляет, например, для аппарата УС-3 14 дБ, для аппарата "Аррифлекс 35BL" до 18 дБ. Масса боксов весьма значительна; например, камера "Аррифлекс 35BL" без бокса имеет массу около 10 кг, а с боксом 52 кг (вариант с 300-м кассетой); масса аппарата "Марк-II" без бокса 11,6 кг (без плёнки и объектива), с боксом 62 кг [50].

Возможность работы с различными приводами. Для расширения технологических возможностей КСА может быть предусмотрено использование аппаратов с приводами различных типов: сетевым электроприводом для синхронной съёмки с постоянной частотой 24 или 25 кадр./с; автономным с регулируемой частотой съёмки; покадровым; пружинным; ручным.

Для аппарата "Родина" 3-КСХМ основным является электродвигатель постоянного тока мощностью 50 Вт, рассчитанный на напряжение 12 В, позволяющий плавно изменять частоту съёмки от 8 до 48 кадр./с. Синхронно-реактивный электродвигатель переменного тока на напряжение 220 В применяется для съёмок с записью черновой фонограммы. При синхронизации по методу "пилот-тон" используют электродвигатель постоянного тока на напряжение 12 В мощностью 35 Вт, а для покадровых съёмок применяют электропривод с двигателем переменного тока на 220 В с двухступенчатым редуктором и муфтой сцепления, обеспечивающий темп покадровой съёмки один кадр за 4 с и один кадр за 0,4 с [50].

Аппарат "Аррифлекс 35ПС" также может работать с несколькими типами электроприводов: с электродвигателем постоянного тока на напряжение 12–16 В, допускающим регулировку частоты съёмки от 8 до 50 кадр./с; с электродвигателем постоянного тока со стабилизированной частотой съёмки 24 кадр./с; с синхронными электродвигателями 220 В, 50 Гц — для частот съёмки 24 и 25 кадр./с или 110 В, 60 Гц — для 24 кадр./с; с электродвигателями постоянного тока (24 В) для работы со звукопоглощающим боксом и с синхронным электродвигателем — при питании от сети переменного тока для съёмок с частотой 24 кадр./с; с устройством для цейтраферной съёмки с частотой от одного кадра в 4 с до одного кадра в 3 ч и для мультипликационных съёмок от покадровой до съёмки с частотой 86 кадр./мин.

Возможность перехода от штативного варианта к ручному. Быстрый переход от штативного варианта работы КСА к ручному и обратно позволяет существенно экономить время подготовки к съёмке различных кадров, когда требуется перейти от одного вида съёмки к другому. Это может потребоваться при проведении натурных съёмок игровых

фильмов, а также при съемках хроникально-документальных или научно-популярных фильмов.

Конечно, любой штативный КСА можно использовать и без штатива, если его массогабаритные показатели позволяют пользоваться им для съемки с рук или плеча. Но важно время, затрачиваемое на переход от одного варианта к другому. Так, при использовании кинокамеры "Панафлекс" фирмы "Панавижн" требуется меньше минуты на переход от съемки со штатива к съемке с рук или с плеча [36].

Возможность перехода с 35-мм на 16-мм киноленту. Возможность перехода с 35-мм на 16-мм киноленту может быть полезной в кинопроизводстве для съемки менее ответственных кадров на высококачественной 16-мм киноленте с дальнейшим переводом изображения на 35-мм киноленту при печати, например при съемке документальных, научно-популярных, учебных, телевизионных фильмов [36]. Такая тенденция наблюдается и применительно к съемке игровых кинофильмов [148]. Камера "Камефлекс" модели CM3B-16/35 позволяет быстро переходить от съемки на 35-мм к съемке на 16-мм киноленте путем несложных манипуляций, занимающих несколько секунд [50]. В течение часа можно с помощью специального набора узлов перевести новую модель камеры "Панафлекс" с 35-мм киноленты на 16-мм [120].

Электропитание КСА. Электропитание КСА может осуществляться как от сети, так и от автономных источников.

Электропитание *от сети* имеет следующие достоинства: простота схемы электропитания; легкость синхронизации аппарата с магнитофоном, питаемым от той же сети; неограниченный запас энергии. К его недостаткам следует отнести: необходимость кабельного соединения с электросетью, что существенно снижает подвижность КСА; затруднения с сетевым питанием при съемках вне павильона; наличие в КСА высокого, опасного для жизни человека напряжения.

В последние годы стремятся применять *автономное* электропитание от аккумуляторных батарей. Наряду с очевидным удобством — большой свободой перемещения при киносъемке — имеют место и определенные трудности. Главная из них — сложность синхронизации киносъемочного и звукозаписывающего аппаратов, требующей значительного усложнения системы электропривода.

При отсутствии электрической связи (проводной или беспроводной) между электроприводами КСА и магнитофона синхронизация их работы обеспечивается путем применения электроприводов с кварцевой стабилизацией. В этом случае система автономного электропривода является сложной электромеханической замкнутой системой автоматического регулирования. Кварцевый датчик системы вырабатывает стабильный сигнал опорной частоты. Этот сигнал сравнивается (например, по частоте и фазе) с сигналом обратной связи, поступающим от датчика положения ротора электродвигателя. Результат сравнения воздействует на электродвигатель. Таким образом, выходная величина системы авторегулирования — скорость электродвигателя, а точнее частота кадров (24 или 25 кадр./с) — поддерживается с высокой точностью [до

$(3 \div 15) \cdot 10^{-6}$] в заданном диапазоне температур (обычно $-18 \dots +60$ °C) [17].

Автономное электропитание КСА требует как можно более экономичного расходования электроэнергии от аккумулятора. Так как основным потребителем электроэнергии является привод аппарата, то он должен быть экономичным, т.е. иметь минимально возможную мощность. Это обеспечивается прецизионным изготовлением, тщательной доводкой и юстировкой механизмов КСА для достижения малых моментов сопротивления. Кроме того, например, в новой модели камеры "Аррифлекс" [79] приняты меры для того, чтобы киноплёнка в фильмовом канале двигалась с весьма малым трением, оказываясь слегка прижатой только в области кадрового окна.

В современных электроприводах применяются относительно маломощные бесколлекторные электродвигатели постоянного тока и малозумные дисковые электродвигатели с печатным коллектором [17]. Но кроме основного электропривода в современных КСА есть еще несколько потребителей электроэнергии: отдельные электродвигатели для намотки киноплёнки в кассетах (например, в КСА "Мир" [50] и др.); электронные схемы различных систем контроля параметров аппарата со светодиодными индикаторами; системы дистанционного управления параметрами объективов с использованием электродвигателей; системы электрообогрева кинокамер; кадроотметчики и системы записи кодированной служебной информации; встроенные блоки звукозаписи; телевизионные визеры с автономным питанием и др.

Так как общая тенденция заключается во все большем применении электронных систем в КСА, а это требует большого потребления электроэнергии от источника электропитания, то разработчикам необходимо заботиться об экономичности работы всех систем аппарата, потребляющих электроэнергию, для чего следует использовать новейшие достижения полупроводниковой электроники и электромеханики.

Для удобства эксплуатации многие КСА могут работать как от автономного источника электропитания, так и от сети (см. табл. 2.1).

Необычным является применение для КСА блоков электропитания на солнечных батареях, выпуск которых для использования в условиях натуральных киносъемок начали некоторые фирмы. В частности, фирма "Фасилитиз сервис" (*Facilities Servis Co*, Япония) выпустила блок NW-1000 мощностью ~ 40 Вт и массой 2 кг [161].

Климатические условия эксплуатации. Чтобы КСА можно было эксплуатировать в различных районах земного шара, желательно расширять диапазон температур и влажности окружающей среды, при которых он может нормально функционировать. Особенно это важно для отечественной аппаратуры, которая может использоваться в различных районах нашей огромной страны с весьма разнообразными климатическими условиями. Для обеспечения работы КСА на натуре в условиях пониженных температур в некоторых отечественных и зарубежных моделях предусмотрена автоматическая система электроподогрева самого аппарата и кассет (модели ЗКСС, ЗКССМ, "Эра", "Дружба", "Мир",



Рис. 2.8. Ручной аппарат 1КСР-2М (в комплекте)

1СКЛ-М "Темп", "Панафлекс", "Мувикам-3" [50, 120, 122]. В кинокамере "Мувикам-3" дополнительно подогреваются также оптические элементы аппарата для предотвращения конденсации влаги на поверхностях линз при большой разнице наружной и внутренней температур [122].

Надежность КСА. Надежность — весьма важный показатель качества КСА, зависящий в частности от его безотказности и долговечности. Кроме числа отказов за определенное время практически важны показатели количества метров киноплёнки, транспортируемого аппаратом при неизменности основных параметров, а также транспортируемого между профилактическими ремонтами. Конечно, они являются только частными показателями надежности.

Повышению надежности КСА при киносъемке способствует введение в аппарат специальных компьютерных устройств поиска неисправностей, осуществляющих диагностику, благодаря чему дефект может быть быстрее обнаружен. Такие устройства предусмотрены, например, в последней модели кинокамеры "Аррифлекс", а также "Мувикам" [122].

Комплектация КСА. Для расширения возможностей киносъемки КСА должен быть укомплектован обширным набором объективов, касет, светозащитных устройств, светофильтров и различных принадлежностей для его обслуживания (рис. 2.8, 2.9). С другой стороны, нерационально комплектовать КСА малоиспользуемыми элементами и организовывать их массовый выпуск.

Установить оптимальный состав комплекта помогает методика, основанная на опросах операторов и инженерно-технических работников, связанных с эксплуатацией КСА. Данные, полученные на ее основе [182], приведены далее (см. табл. 2.4).



Рис. 2.9. Скоростной аппарат 1СКЛ-М (в комплекте)

Следует отметить, что соответствующая широта номенклатуры КСА, разнообразие их конструкций приводит к необходимости создания индивидуальных комплектов, что не очень целесообразно в условиях отечественных студий. Поэтому, например, на киностудии им. А.П. Довженко стремятся обеспечить возможность использования с любой кинокамерой любого объектива или другого элемента комплекта.

Унификация узлов КСА. В первую очередь целесообразно унифицировать переходные оправы объективов и узлы крепления аппарата к штативу. Общая же тенденция состоит в увеличении числа унифицированных узлов аппаратуры, элементов и деталей КСА, что позволит при наличии базовых моделей легко налаживать выпуск их модификаций.

Важным направлением в конструировании КСА, позволяющим осуществить существенную унификацию узлов аппаратуры, является применение *блочного (модульного) принципа* конструирования. Так, кинокамера "Эклер-АС" [50] имеет блочную конструкцию, позволяющую легко заменять целые крупные узлы в случае их неисправности или модернизации. Последняя модель КСА "Аррифлекс" и "Мувикам-3" сконструированы также по блочному принципу [122].

2.3. НОВЫЕ КИНОСЪЕМОЧНЫЕ АППАРАТЫ

2.3.1. ТРЕБОВАНИЯ К НОВЫМ КИНОСЪЕМОЧНЫМ АППАРАТАМ

Из приведенного выше обзора состояния и некоторых тенденций развития КСА следует, в первую очередь, отметить стремление к улучшению массогабаритных и шумовых показателей, совершенствованию систем электро-

приводов, оснащению КСА дополнительными системами и устройствами, расширяющими технологические возможности и повышающими удобство в работе, улучшению качественных показателей и повышению надежности.

Совершенствование отечественных КСА осуществляется как по линии модернизации выпускаемых аппаратов в соответствии с новыми требованиями технологии киносъемки и дооснащения их дополнительными устройствами, расширяющими эксплуатационные возможности КСА, так и по линии разработки новых КСА.

Ярким примером первого направления может служить постоянная модернизация хорошо зарекомендовавшего себя ручного аппарата "Конвас-автомат" [16]. Аналогичный пример из зарубежной практики — аппарат "Аррифлекс", также постоянно модернизируемый фирмой.

Второе направление кроме решения вышеперечисленных задач предусматривает также определение оптимального ряда профессиональных КСА, удовлетворяющего все возрастающим требованиям современного фильмопроизводства, поскольку имевшие до недавнего времени место неоправданная широта номенклатуры КСА, отсутствие унификации основных частей, узлов, деталей отрицательно сказываются на техническом уровне КСА, экономических показателях работы киностудий и техническом качестве фильмовых материалов.

В результате комплексной научно-исследовательской работы с использованием современных методов прогностики и квалиметрии, с учетом опыта и творческих запросов ведущих кинооператоров и инженерно-технических работников, на основе анализа современного состояния и тенденций развития КСА, степени ее использования и технического состояния на киностудиях, результатов теоретических и экспериментальных исследований была разработана оптимальная номенклатура КСА общего назначения и составлены технические требования на аппараты этого унифицированного ряда [73, 87, 182].

Это позволяет разработчикам создавать минимальное число базовых моделей аппаратов, повысить унификацию их узлов и деталей; сократить число типов КСА; повысить техническое качество кинофильмов, производительность труда съемочных групп; расширить творческие возможности кинооператоров.

С учетом этого установлен перспективный номенклатурный ряд и граничные параметры КСА в следующем виде [168]:

общего назначения — ручной массой до 6 кг с уровнем шума 40—45 дБ; штативно-плечевой массой 10—12 кг с уровнем шума 32—35 дБ; штативный массой 25—30 кг с уровнем шума до 26 дБ;

для комбинированных и специальных киносъемок — для покадрово-прецизионных съемок с устойчивостью изображения до 8 мкм; для комбинированных съемок с частотой съемки до 120 кадр./с; для скоростных съемок с частотой съемки до 240 кадр./с,

другие аппараты — для съемки на 16-мм киноплёнку с массой до 5 кг и уровнем шума до 32 дБ; для подводных киносъемок без наружного водонепроницаемого бокса.

Технические требования на аппараты предложенного оптимального

унифицированного номенклатурного ряда определялись с учетом наиболее жестких, но реальных требований, предъявляемых при производстве художественных, хроникально-документальных и научно-популярных фильмов.

Показатели, определяющие качество изображения, приняты равными для всех типов аппаратов. Количественные значения таких величин, как допустимая неустойчивость кадра в вертикальном и горизонтальном направлениях, вдоль оптической оси; допустимое периодическое отклонение экспозиции при киносъемке, обоснованы в ходе научных исследований.

Специфические для кинематографа искажения изображения (прерывистость движения на экране), обусловленные его дискретизацией при съемке [53], хотя и снижаются при увеличении угла раскрытия obtюратора, но увеличение этого угла от 180 ° до 200–210 ° не дает заметного эффекта.

Увеличение же экспозиции в аппарате на 10–15 % при указанном изменении угла раскрытия obtюратора обеспечивается очень дорогой ценой, так как вызывает необходимость уменьшить рабочий угол грейферного механизма или угол предварительного закрытия obtюратора, что приводит к усложнению конструкции грейферного механизма и росту динамических нагрузок на межперфорационные перемычки киноплёнки.

Вопросы технического оснащения КСА встроенными и навесными вспомогательными устройствами решался на основании обработки экспертных оценок кинооператоров и инженерно-технического персонала, обслуживающего КСА, а также с учетом перспектив и тенденций развития таких устройств.

Вопрос комплектации КСА объективами решался также с учетом мнений, высказанных на киностудиях, в результате был определен состав минимального обязательного комплекта оптики и дополнительной поставки по требованию. В целом в полный комплект оснащения входит большое число отдельных элементов КСА (см. рис. 2.9, 2.10).

Технические требования КСА унифицированного ряда представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Основные параметры профессиональных КСА общего назначения

Параметр	Тип КСА		
	Штативный	Штативно-плечевой	Ручной
Масса аппарата с объективом $f' = 50$ мм, полным рулоном киноплёнки в основной кассете, без приставных устройств, не более	25–30	10–12	6
Интегральный уровень звука, дБА, в стандартной точке при основной частоте киносъемки с использованием объективов $f' = 18$ мм, не более*	26	32–35	40–45

Параметр	Тип КСА		
	Штативный	Штативно-плечевой	Ручной
Неустойчивость изображения, мкм, не более*:			
вертикальная		15	
горизонтальная		15	
Неустойчивость киноплёнки вдоль оптической оси в зоне кадрового окна, мкм, не более *		±10	
Частота киносъёмки, кадр./с:			
основная		24 (25)	
дополнительная		8–32	
Допустимое периодическое изменение экспозиции при съёмке плана, %, не более*		±1	
Наличие обратного хода	Есть		Нет
Угол раскрытия обтюратора, °, не менее	180		
Пределы изменения угла раскрытия обтюратора, °	От 0 до максимального		Угол раскрытия постоянный
Емкость кассет, м:			
основной	300	300/150	75
дополнительной	—	150/300	150
Время перезарядки аппарата киноплёночной, с, не более	Не оговаривается		12
Крепление объективов	В унифицированных быстросменных оправках с возможностью установки объективов по ГОСТ 10728–75		
Система визирования (беспараллаксная):			
оптическая	Лупа с переменным увеличением 6–9*		Лупа поворотная с оптической компенсацией 6*
телевизионная	Приставная унифицированная со светоделительным устройством		
Устройство экспонетрического контроля	Интегральное и по точке в центре кадра		Интегральное с индикацией в поле зрения визира
Вспомогательные устройства:			
счетчик метров и кадров	+	+	—
указатель метража неэкспонированной киноплёнки	+	+	+
синхроотметчик	+	+	—
указатель синхронного хода аппарата	+	+	+
указатель частоты киносъёмки или тахометр	+	+	+
устройство автоматической разметки кадров плана	+	+	—
устройство для установки светофильтров	+	+	+
устройство электроподогрева аппарата		Приставное	

Параметр	Тип КСА		
	Штативный	Штативно-плечевой	Ручной
Устройства, входящие в основной комплект аппарата:			
объективы с дискретными значениями фокусного расстояния, мм	35, 50, 75;	то же анаморфотные блоки	
ОПФ с диапазоном изменения фокусных расстояний, мм	20–120	25–250	25–100
светозащитные устройства	Приставные для всей линейки объективов по ГОСТ 10728–75		
устройства для съемки широкоэкранных фильмов	Сменные рамки и лупа визира		
кассеты, шт		3	
основные		2	
дополнительные			
остронаправленный микрофон	Приставной с шумо- и вибро-изоляцией		
устройство управления параметрами объектива	Ручное местное (на аппарате) и приставное для дистанционного управления тремя параметрами объективов от электродвигателя		
электропитание	Автономное (12 В), возможно питание от сети (однофазной)		
Климатические условия эксплуатации:			
температура воздуха, °С		+40 ... –30	
влажность при +20 °С, %		90	

*Стабильность основных параметров должна быть выдержана в указанных пределах при транспортировании не менее 20 000 м киноплёнки.

Целесообразно предусмотреть установку на КСА кроме микрофона также портативного осветителя, как, например, в аппарате СР 16А фирмы "Синема продактс" (рис. 2.10).

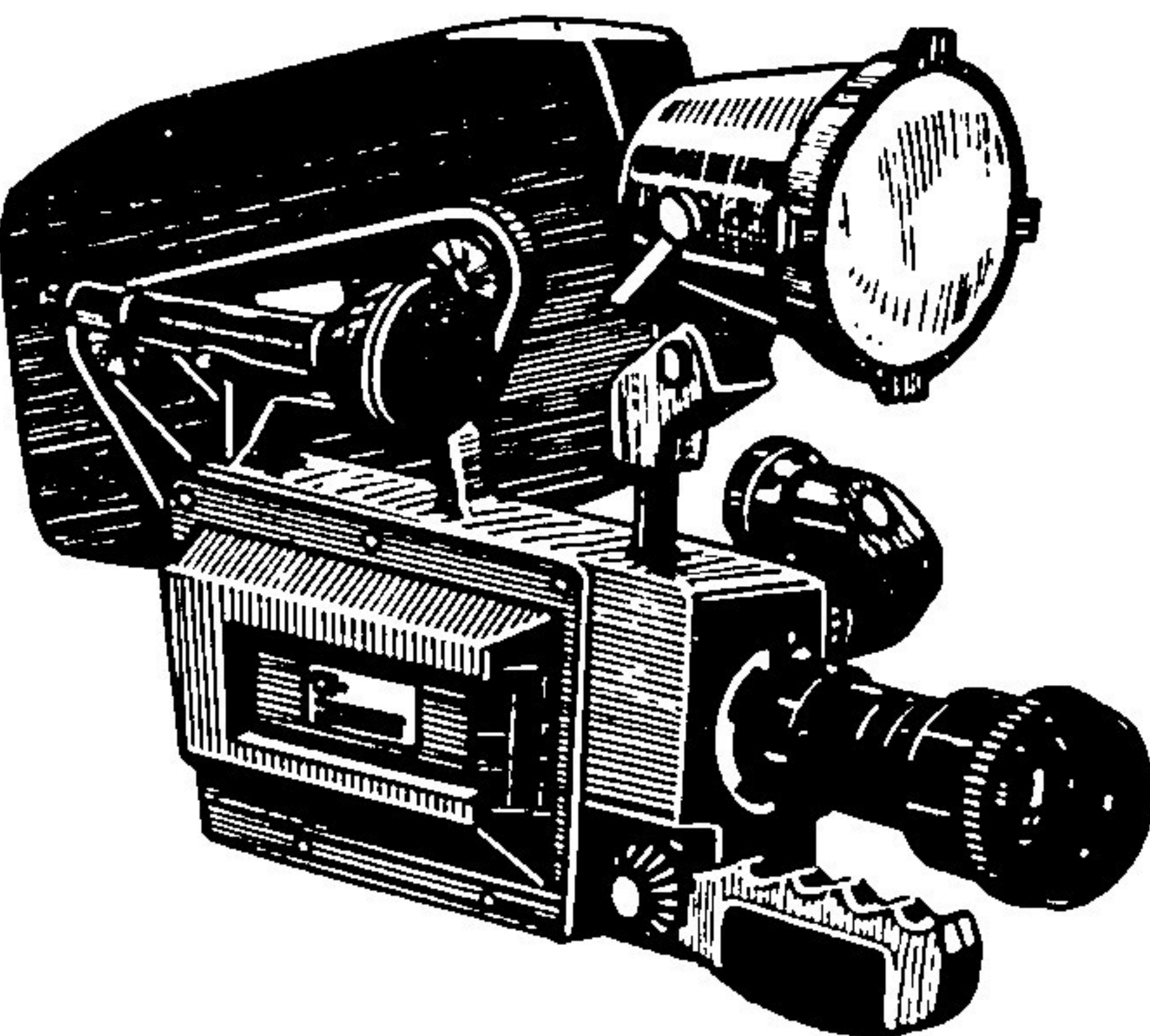


Рис. 2.10. Пример установки на КСА микрофона и источника освещения (аппарат СР 16А фирмы "Синема продактс")

2.3.2. НОВЫЕ МОДЕЛИ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

Работа по созданию КСА рекомендованного номенклатурного ряда проводится уже несколько лет. Так, разработаны уже упоминавшиеся аппараты "Кинор 35Р" модель 3КСР, "Кинор 16Р" модель 4КСР, "Кинор 35С" модель 5КСН, "Кинор 35Н" модели 9КСН, 3КСУ, 2КСК-М, 1КСК-М.

Учитывая, что модели 3КСР, 4КСР, 5КСН являются отечественными аппаратами нового поколения, приведем основные сведения об этих моделях.

"Кинор 35С," модель 5КСН. Штативно-плечевой КСА "Кинор 35С" предназначен для съемок фильмов обычного формата и широкоэкранных на 35-мм киноплёнке в павильонах киностудий и на натуре с одновременной записью звука на внешнем звукозаписывающем устройстве.

Аппарат обеспечивает:

киносъемку с плавно регулируемой частотой от 8 до 32 кадр./с, а также 24 и 25 кадр./с с кварцевой стабилизацией;

синхронизацию работы аппарата с внешним звукозаписывающим устройством;

синхронизацию работы аппарата от сети переменного тока (50 Гц, 220 В) или видеосигнала;

определение оптимальных экспозиционных параметров с помощью встроенного экспонометрического устройства;

возможность нанесения на киноплёнку кодовых служебных световых отметок от внешнего генератора кода;

работу с телевизором.

Технические характеристики аппарата соответствуют требованиям к современным КСА (см. табл. 2.3). Кассеты наружные полуторные емкостью 150 и 300 м киноплёнки. Уровень шума с кассетой емкостью 150 м и объективом $f' = 75$ мм на частоте съемки 24 кадр./с — не более 28 дБА. Габаритные размеры с кассетой емкостью 150 м и объективом с $f' = 50$ мм 560 X 300 X 350 мм, масса 15 кг.

Внешний вид аппарата "Кинор 35С" представлен на рис. 2.4. Фокусирование объектива аппарата осуществляется при помощи вынесенного механизма фокусирования с рукояткой. Пусковое устройство расположено на съемной, регулируемой рукоятке, которая может быть использована для удержания аппарата во время съемки с плеча. Лупа может устанавливаться в положение, удобное для кинооператора.

Привод механизма аппарата осуществляется от электродвигателя, вал которого с одной стороны соединен непосредственно с валом дискового зеркального обтюратора, а с другой с помощью зубчато-ременной передачи — с грейферным механизмом. К зубчатым барабанам вращение передается также с помощью зубчато-ременной передачи. В аппарате использован кривошипно-шатунный грейферный механизм с контргрейфером. Движение подающего и принимающего рулонов в кассете осуществляется от автономных электродвигателей постоянного тока.

Оптическая часть аппарата обеспечивает: формирование изображения снимаемого объекта на киноплёнке, беспараллаксное визирование через лупу (с дезанаморфированием при необходимости), экспонометрирова-

ние при помощи встроенного устройства интегрального типа, формирование изображения снимаемого объекта на мишени передающей телевизионной трубки ТВ-визира, вывод в поле зрения лупы поля кадра изображения индикаторов экспонометрического устройства и несинхронного хода механизма аппарата, а также проецирование в поле визирной лупы и телевизора светящихся кадроограничительных рамок. Светоделительная призма пропускает 15 % светового потока в экспонометрическое устройство, а 75 % — на визирную часть аппарата, где световой поток еще раз делится: 50 % — в оптическую визирную систему, 50 % — в канал ТВ-визирования.

В комплект электрооборудования аппарата 5КСН входят: блок управления (встроен в аппарат); экспонометрическое устройство (встроено в аппарат); пусковое устройство для управления аппаратом; батарея герметичных никель-кадмиевых аккумуляторов (16 В, 8 А·ч); блок питания сетевой для электропитания аппарата от сети (220 В, 50 Гц); комплекс телевизионной передающей камеры; приводы дистанционного управления параметрами дискретных объективов и ОПФ; блоки синхронизации работы аппарата от видеосигнала и от сети (220 В, 50 Гц); зарядное и разрядное устройства.

"Кинор 35Р" модель ЗКСР. Ручной КСА "Кинор 35Р" предназначен для съемок хроникально-документальных (репортажных) и научно-популярных фильмов обычного формата и широкоэкранных. Аппарат может быть использован при съемках художественных фильмов.

Аппарат обеспечивает:

- киносъемку с плавно регулируемой частотой от 8 до 32 кадр./с, а также 24 и 25 кадр./с с кварцевой стабилизацией;

- синхронизацию работы аппарата с внешним звукозаписывающим устройством;

- определение оптимальных экспозиционных параметров с помощью встроенного экспонометрического устройства;

- возможность нанесения на киноплёнку кодовых служебных световых отметок от внешнего генератора кода.

Технические характеристики аппарата в основном соответствуют требованиям, представленным в табл. 2.3, к ручным КСА. Кассеты наружные полуторные емкостью 60 и 150 м киноплёнки. Эквивалентный угол раскрытия obtюратора 173 °. Масса с 60-м кассетой и объективом с $f' = 50$ мм не более 6 кг, габаритные размеры 340 X 320 X 260 мм. Уровень звука (шума) на частоте кадров 24 кадр./с — не более 45 дБА.

Внешний вид КСА "Кинор 35Р" представлен на рис. 2.2. В гнезде, расположенном на передней части корпуса аппарата, устанавливается объектив в переходной оправе байонетного типа. Вверху передней части корпуса закреплены экспонометрические устройства и лупа беспараллаксного визира. Лупа может устанавливаться в положение, удобное для кинооператора. Внизу передней части корпуса расположено пусковое устройство, являющееся регулируемой ручкой для удержания аппарата во время съемок с рук или с плеча. На задней части корпуса аппарата

устанавливается быстросменная кассета, фиксируемая в рабочем положении замком.

С вала электродвигателя с помощью плоско-зубчатого ремня движение передается к приводу кассеты грейферного механизма (девятизвенный грейферный механизм с двусторонней двузубой грейферной вилкой и односторонним однозубым контргрейфером). От вала грейферного механизма вращение передается двухлопастному дисковому зеркальному обтюратору. На валу электродвигателя размещены датчики скорости вращения электродвигателя и остановки в положении визирования.

Оптическая часть аппарата обеспечивает: формирование изображения снимаемого объекта на киноплёнке, беспараллаксное визирование через лупу (с дезанаморфированием при необходимости), экспонометрирование при помощи встроенного устройства интегрального типа, вывод в поле зрения лупы вне поля кадра изображения индикаторов экспонометрического устройства и несинхронного хода механизма аппарата.

Для удобства наблюдения объекта съёмки окулярную часть лупы можно наклонять на угол до 12° и поворачивать вокруг поперечной оси с компенсацией сдвига изображения. Светоделительная призма направляет в визирную систему 80 % света, а 20 % — в экспонометрическое устройство.

В комплект электрооборудования аппарата ЗКСР входят: аккумуляторная батарея (12 В, 3,5 А·ч), блок управления, а также пусковое, экспонометрическое (встроенное в аппарат), зарядное и разрядное устройства.

”Кинор 16Р” модель 4КСР. Ручной КСА ”Кинор 16Р” предназначен для съёмок хроникально-документальных (репортажных), научно-популярных и художественных фильмов на негативную и обращаемую 16-мм киноплёнку с одно- и двусторонней перфорацией.

Аппарат обеспечивает:

киносъёмку с плавно регулируемой частотой от 8 до 64 кадр./с, а также 24 и 25 кадр./с с кварцевой стабилизацией;

определение оптимальных экспозиционных параметров с помощью встроенного экспонометрического устройства;

формирование и передачу стартовой отметки или пилот-сигнала на внешнее звукозаписывающее устройство.

Кассеты в аппарате наружные коаксиальные быстросменные ёмкостью 120 м. Неустойчивость изображения при частоте кадров до 32 кадр./с не более 0,01 мм, а при частотах выше 32 кадр./с не более 0,015 мм. Угол раскрытия зеркального обтюратора 180° . Увеличение лупы оптического визира $10\times$. Габаритные размеры аппарата (без объектива) 430 X 345 X 230 мм, масса с объективом с $f' = 10$ мм без киноплёнки, экспонометрического устройства и блока управления не более 7 кг. Уровень звука (шума) с ОПФ на частоте 24 кадр./с — не более 32 дБА.

Внешний вид КСА ”Кинор 16Р” представлен на рис. 2.7. В гнезде, расположенном на передней стенке корпуса аппарата, устанавливается

объектив в переходной оправе байонетного типа. В нижней части — кронштейн с пусковым устройством, которое является одновременно регулируемой ручкой для удержания аппарата во время съемок с руки или с плеча. В верхней части передней стенки размещена лупа беспараллаксного визира. Лупа может устанавливаться в положение, удобное для кинооператора. На правой стенке аппарата установлен блок управления электродвигателем и несколько ниже его — экспонометрическое устройство, работающее по системе TTL.

Рассмотрим подробнее устройство аппарата 4КСР.

Кинематическая схема аппарата представлена на рис. 2.11. Привод аппарата осуществляется от электродвигателя 6 через эластичную муфту 5. На другом конце двигателя установлен датчик 7 обратной связи и фиксированной остановки в положении визирования. В аппарате использован кривошипно-шатунный грейферный механизм с контргрейфером. Грейфер и контргрейфер однозубые. Вал грейферного механизма 2 является главным валом аппарата. На нем помимо эксцентриков грейфера размещен обтюратор 1 и червяк 4. Посредством червячной пары 4, 3 и муфты 11 движение сообщается механизму кассеты, включающему в себя транспортирующий зубчатый барабан 10 и связанный с ним посредством пассика 9 наматыватель 8.

Такая кинематическая схема является сравнительно простой, число кинематических элементов, являющихся источниками шума, сведено к минимуму: нет ни одной быстроходной пары шестерен (как правило, основного источника шума в КСА). Вал зубчатого барабана и вал наматывателя в коаксиальной кассете имеют невысокие скорости вращения и не влияют на общий уровень шума камеры.

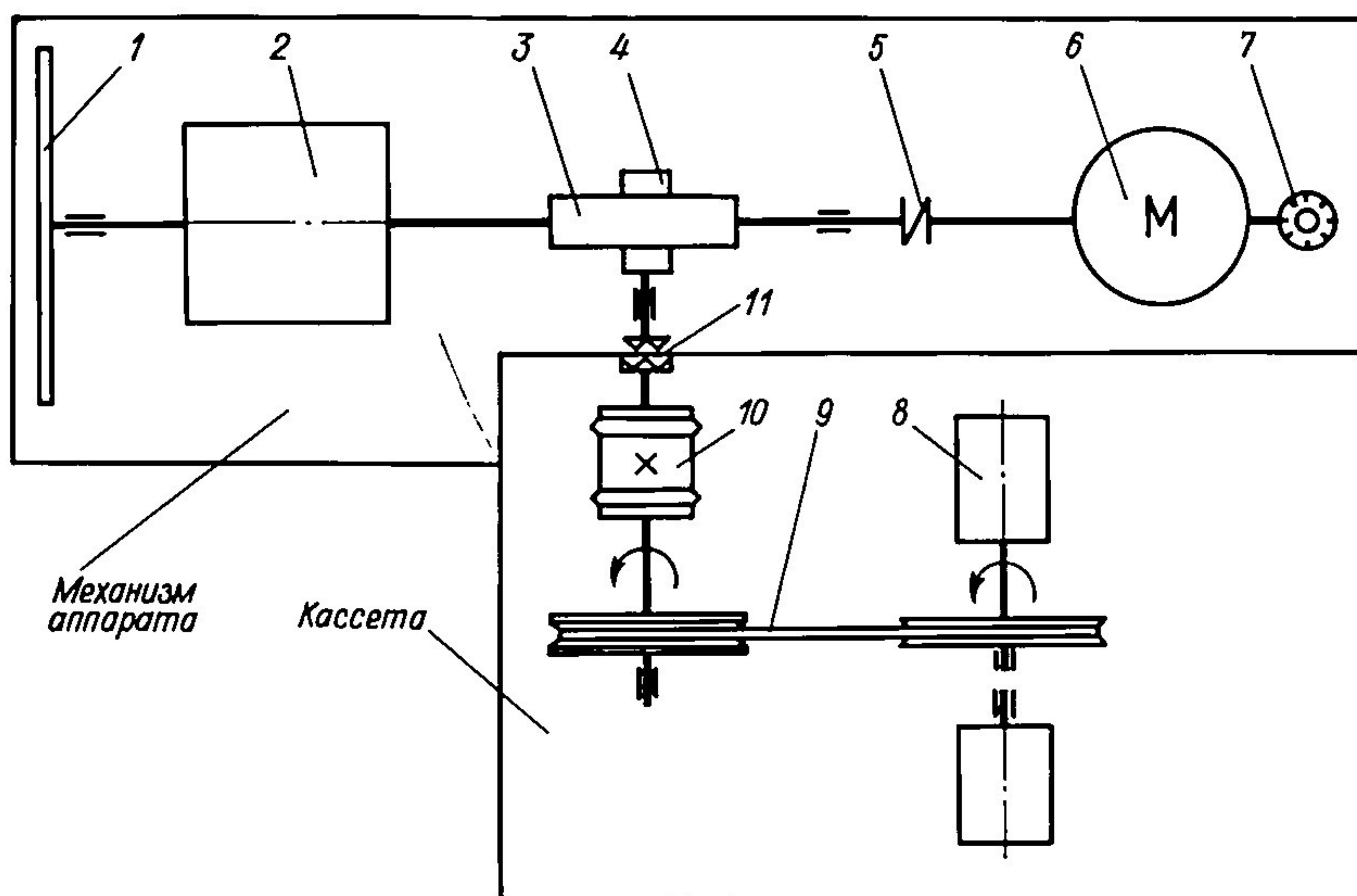


Рис. 2.11. Кинематическая схема аппарата 4 КСР

Рис. 2.12. Оптическая схема аппарата 4 КСР

Грейфер, взаимодействуя с перфорациями киноплёнки под прямым углом, обеспечивает высокую надёжность системы покадрового перемещения киноплёнки в фильмовом канале аппарата.

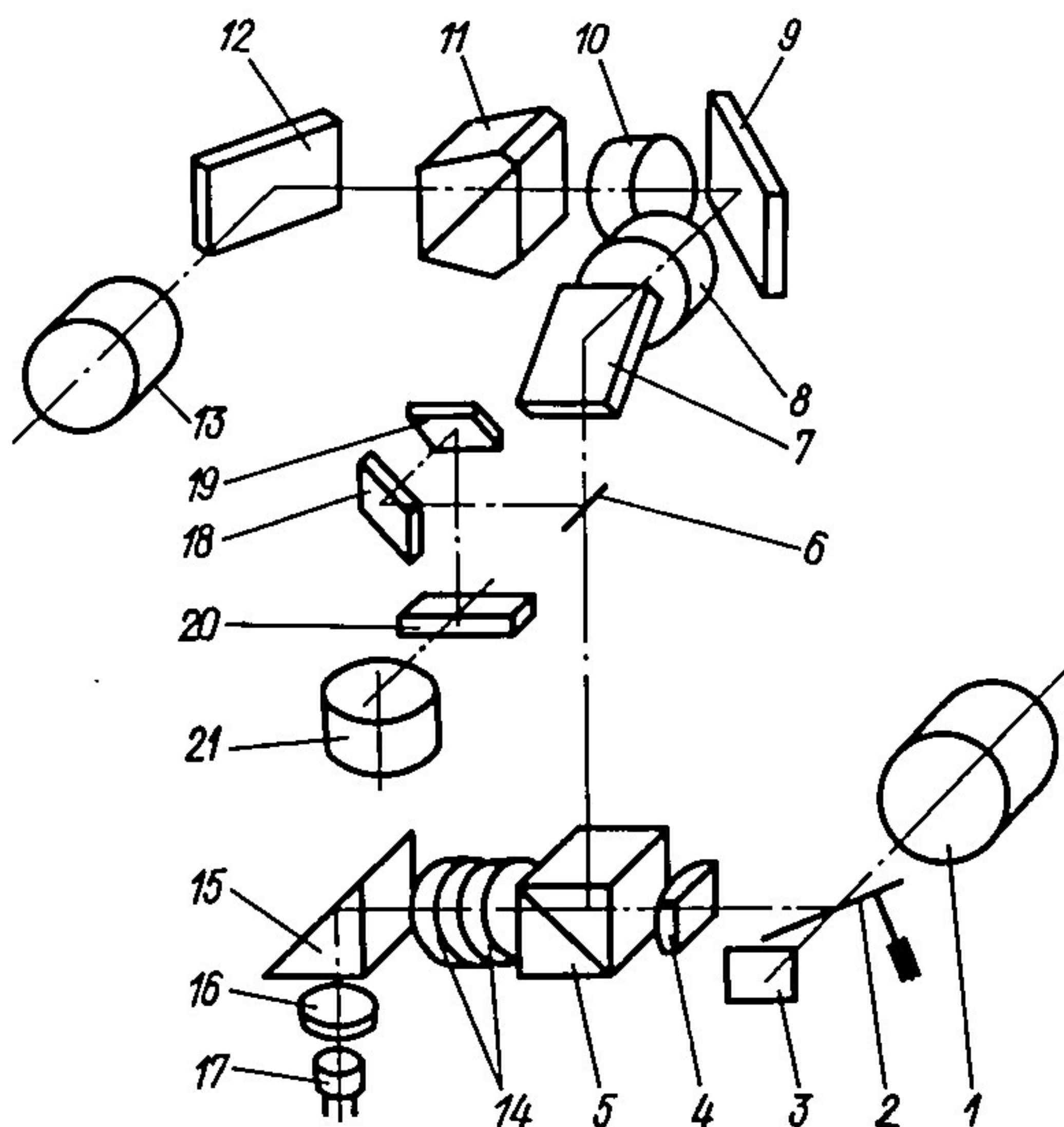
Оптическая схема аппарата 4КСР представлена на рис. 2.12.

Оптическая часть аппарата обеспечивает: формирование изображения снимаемого объекта на киноплёнке, беспараллаксное визирование через лупу, экспонетрирование при помощи встроенного устройства интегрального типа, ввод в поле зрения лупы вне поля кадра изображения индикаторов экспонетрического устройства и несинхронного хода механизма аппарата.

Киносъёмочный объектив 1 формирует изображение объекта киносъёмки на киноплёнке в кадровом окне 3. Обтюратор 2 во время прерывистого передвижения киноплёнки отбрасывает изображение на матированную поверхность коллективной линзы 4 с нанесёнными на нее визирными метками и кадроограничительной рамкой. Изображение объекта съёмки на матированной поверхности коллективной линзы рассматривается кинооператором через оптическую систему, состоящую из светоделительного кубика 5, зеркал 7, 9 и 12, объективов 8 и 10, призмы 11, окуляра 13 с увеличением $10\times$. Светоделительный кубик 5 отражает в визирную систему 80 % света, а 21 % пропускает через конденсор 14, призму 15 и светофильтр 16 на фотоприемник 17 экспонетрического устройства. Изображение индикатора 20 экспонетрического устройства вводится в поле зрения лупы при помощи зеркал 18, 19, 6.

В комплект электрооборудования аппарата 4КСР входят: блок управления электродвигателем (встроен в аппарат); экспонетрическое устройство (встроено в аппарат); пусковое устройство для управления аппаратом; комплект питания, включающий в себя два блока питания (батареи герметичных никель-кадмиевых аккумуляторов, 12, В, 1,5~ч), соединитель блоков питания, зарядное и разрядное устройства; блок скоростей 8–64 кадр./с; блок "пилот-тона"; соединитель стартовой отметки; комплект устройства для передачи синхронных отметок по радиоканалу КВУ 59; комплект соединительных кабелей.

Структурно-функциональная схема электрооборудования аппарата представлена на рис. 2.13.



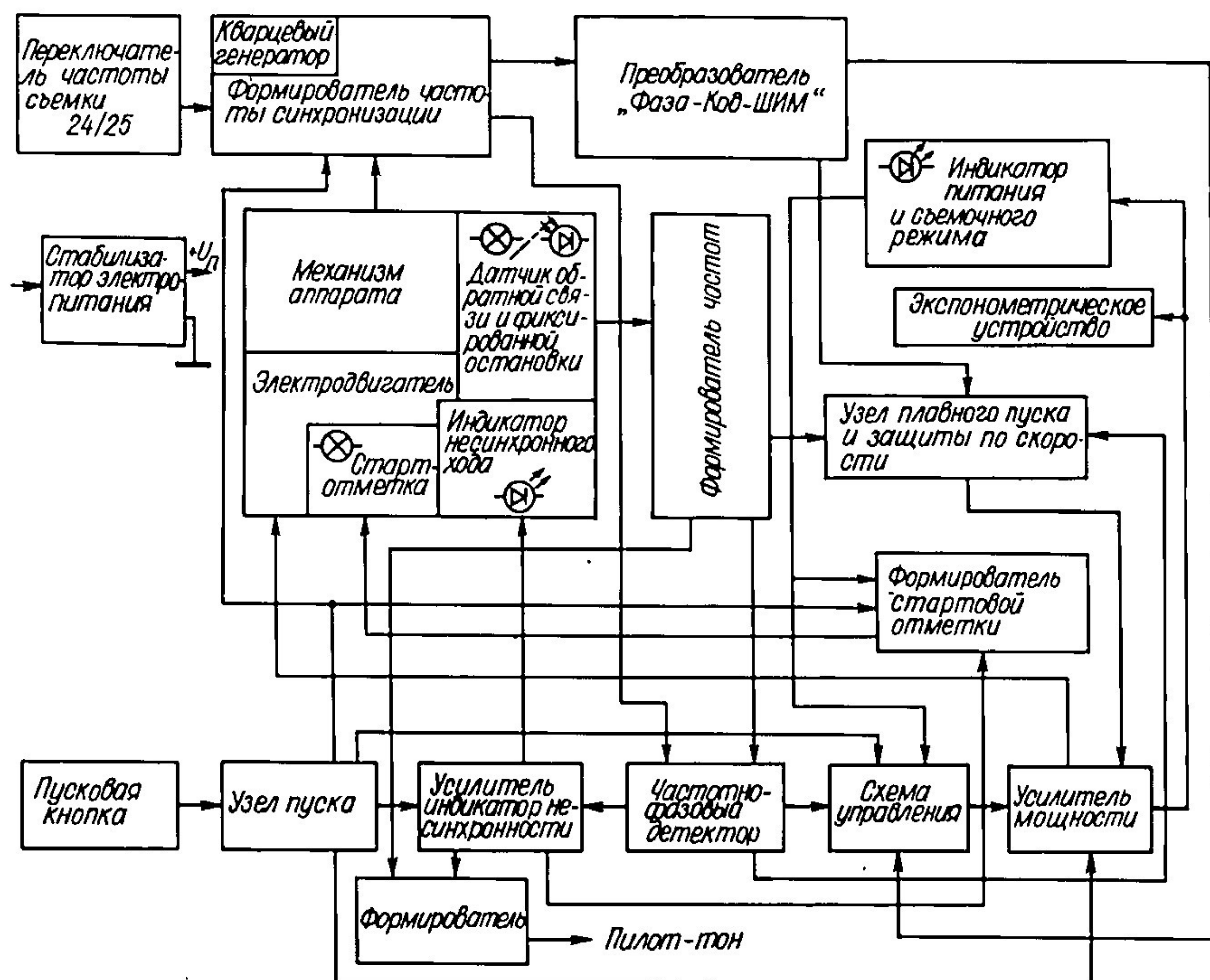


Рис. 2.13. Схема электрооборудования аппарата 4КСР

Синхронный цифровой следящий электропривод представляет собой систему, в которой действуют два канала регулирования: частотный и фазовый.

Управление по частотному каналу регулирования обеспечивает минимальное время разгона КСА после его пуска, а по фазовому — требуемую точность стабилизации вращения механизма. Опорными сигналами для следящей системы являются фиксированные частоты синхронизации (24 и 25 кадр./с), частота доворота ($6,25 \text{ с}^{-1}$) и частота сигнала от внешнего блока переключаемых частот киносъемки (8–64 кадр./с), формируемые кварцевым генератором. Электронный ключ в зависимости от режима работы пропускает одну из частот на преобразователь "фаза-код" и частотно-фазовый детектор. При пуске КСА частотно-фазовый детектор сравнивает опорную частоту и частоту обратной связи, формируемую фотоэлектрическим датчиком на валу электродвигателя. При их ненулевой разности блок плавного пуска обеспечивает поступление на электродвигатель плавно изменяемого ШИМ-сигнала. При наступлении равенства частот (фазовый режим регулирования) управление электродвигателем осуществляется от преобразователя "фаза — код — ШИМ".

Приведенные данные свидетельствуют, что в настоящее время созданы КСА, имеющие высокие показатели и предоставляющие кинооператору (и всей съемочной группе фильма) широкие возможности для реали-

зации творческих замыслов. Кроме того, новые КСА удобны в работе, что способствует экономии времени на проведение вспомогательных операций при киносъемке, а следовательно, повышению производительности и эффективности работы по созданию фильма.

Так, например, вновь введенный сервисный показатель качества КСА [48] у новых аппаратов значительно выше, чем у выпускавшихся ранее (у аппаратов выпуска 1985 г. — 3 усл. ед. по сравнению с 1 — у аппаратов выпуска 1965 г.).

2.3.3. НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

Несмотря на достигнутые высокие характеристики КСА нового поколения, развитие эстетики кино требует расширения технических возможностей для реализации творческих замыслов создателей фильмов, а следовательно, растут требования к аппаратуре. С другой стороны, развитие науки и техники дает возможность использовать новые научно-технические достижения для совершенствования КСА.

В ближайшей перспективе предполагается создание новых моделей ручного КСА с уменьшенным до 32—35 дБА уровнем шума при массе 6—7 кг, с сервисным показателем 5, дополнительными приставными устройствами; штативно-плечевого КСА с уровнем шума 25—26 дБА при массе порядка 12 кг, с сервисным показателем 8, индикацией в поле зрения визира параметров яркости объекта съемки, метража киноплёнки и угловой синхронизации и др.; КСА для съемки широкоформатных фильмов на 70-мм киноплёнке, а также создание ряда унифицированных узлов и устройств, которые могут использоваться в различных моделях.

В дальнейшем предполагается разработать и применить в КСА следующие усовершенствованные системы:

- универсальную контрольно-индикаторную на базе системы ТВ-визирования, т.е. дисплей, куда выводится вся необходимая кинооператору информация;

- автоматической зарядки киноплёнкой лентопротяжного тракта [76];

- автоматической фокусировки с возможностью работы в динамическом режиме;

- автоматического регулирования экспозиции, включая режим с переменной частотой смены кадров;

- беспроводной (по радиоканалу) передачи сигнала от ТВ-визира кинокамеры к дополнительным мониторам;

- беспроводного (по радиоканалу) дистанционного управления параметрами объектива КСА;

- сенсорного управления рабочими операциями в КСА;

- запоминания и программирования основных операций, выполняемых кинооператором, с возможностью корректирования программ по результатам репетиций и просмотров контрольных видеозаписей;

- автоматического управления основными операциями с возможностью их повторения по программе;

автоматического контроля за качеством работы КСА и анализа качества изображения по ТВ-сигналу (как это делается в передающих ТВ-камерах) [113] и других показателей;

автоматического обнаружения и диагностики неисправностей;

учета основных показателей работы по съемке изображения фильма (количество израсходованной киноплёнки; количество дублей, снятых режиссерских кадров; длительность каждого эпизода, параметры объектива и др.).

Достижения в осуществлении автоматизации КСА будут зависеть от успеха применения вычислительной техники, в частности микропроцессоров, как в отдельных узлах, блоках, устройствах КСА, так и в более сложных системах комплексного технического оснащения киносъемочной площадки, а возможно и в компьютеризованных системах, охватывающих и другие объекты на киностудии (например, цех обработки плёнки с его измерительно-вычислительным комплексом для оптимизации режима обработки киноплёнки в целях достижения наилучшего качества цветопередачи) [12, 13].

Следует отметить, что вопрос о целесообразности применения той или иной системы автоматизации в конкретных моделях КСА и характеристики этих систем, а также конструктивных и других (даже эстетических) [6] решений необходимо решать разработчикам аппаратуры с учетом мнений кинооператоров, поскольку только таким образом можно сделать технику более эффективной, избежать непреодолимых психологических барьеров.

3.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ КИНОСЪЕМОЧНЫХ ОБЪЕКТИВОВ

Качество и характер фотографического изображения, получаемого при киносъемке, в значительной мере зависят от свойств применяемых в киносъемочной камере объективов.

Снимая фильм, оператор никак не может обойтись без использования различных объективов, хотя в ряде случаев стремится этого избежать [14, 72, 117], поскольку кадры могут значительно различаться по характеру изображения. Чтобы выбрать объектив, наиболее подходящий для решения художественных задач и отвечающий техническим требованиям, важно знать, какое влияние оказывают параметры объектива на свойства получаемого изображения.

Рассмотрение основных характеристик объективов необходимо также для понимания тенденций совершенствования и развития кинооптики.

Современные киносъемочные объективы являются сложными оптическими системами, для описания свойств которых приходится использовать значительное число различных характеристик [32].

Характеристики объективов можно подразделить на несколько групп, например, как это сделано в работе [124]:

оптические характеристики — фокусное расстояние, вершинное фокусное расстояние, рабочее расстояние, углы поля зрения и изображения, геометрическое относительное отверстие;

светотехнические характеристики — эффективное относительное отверстие, коэффициент светорассеяния, коэффициент светопропускания, коэффициент спектрального пропускания, распределение освещенности по полю изображения;

абберационные характеристики — сферическая абберация, кома, хроматическая абберация, астигматизм и кривизна поля изображения, дисторсия;

характеристики качества изображения, создаваемого объективом — фотографическая разрешающая сила, частотно-контрастная характеристика, характеристика дифракционного изображения точки, характеристика пограничной кривой.

Для полноты рассмотрения целесообразно добавить еще две группы: *конструктивные характеристики* — оптическая схема, число опти-

ческих компонентов, число линз, материалы и геометрические параметры линз, тип оправы и способы управления параметрами объектива;

эксплуатационные характеристики — габаритные размеры, масса, условия эксплуатации.

Конечно, эта классификация, как и другие [101], условна, так как характеристики разных групп взаимосвязаны (например, оптическая схема связана с оптическими характеристиками, абберационные — с оптическими и характеристиками качества и т.д.). Можно было бы ввести другие группы характеристик: оптико-конструктивные, конструктивно-эксплуатационные и т.п., но в данном случае это не имеет существенного значения, так как не меняет самих характеристик, название и смысл которых являются достаточно установившимися.

Рассмотрим кратко основные характеристики современных кино-съемочных объективов.

3.1.1. ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Фокусное расстояние f' (или *главное фокусное расстояние*) — один из основных параметров любого объектива.

В зависимости от численного значения фокусного расстояния объективы делятся на нормальные, короткофокусные и длиннофокусные.

Н о р м а л ь н ы м считается объектив, у которого фокусное расстояние равно удвоенной диагонали кадра: для обычного кадра на 35-мм киноплёнке, имеющего размеры 16 X 22 мм, фокусное расстояние нормального объектива равно ~ 50 мм, для 70-мм киноплёнки ~ 125 мм, для 16-мм ~ 25 мм.

Нормальные объективы дают изображения с естественной, неискаженной перспективой, ими часто снимают средние планы. При съёмке нормальным объективом крупных планов появляются искажения, обусловленные нарушением пропорций деталей объекта съёмки, находящихся на разном расстоянии от кинокамеры (например, непропорциональное увеличение протянутой к аппарату руки актёра и др.). Поэтому крупные планы снимают обычно **д л и н н о ф о к у с н ы м и** объективами.

Длиннофокусные объективы, имеющие при больших значениях фокусных расстояний сравнительно небольшие габаритные размеры, называются **т е л е о б ъ е к т и в а м и**.

Характерной особенностью длиннофокусных объективов является то, что они как бы сокращают глубину снимаемого пространства. Все предметы при этом выглядят плоскими, а темп движения по глубине кадра замедляется. С увеличением фокусного расстояния объектива глубина резко изображаемого пространства уменьшается.

Существенно также то, что при использовании длиннофокусных объективов малейшее сотрясение кинокамеры вызывает значительные сдвиги (смещения) изображения на киноплёнке. Поэтому приходится применять тяжёлые штативы, специальные платформы для крепления кинокамеры и панорамировать более плавно, чем в случае применения нормальных объективов.

Широкое применение при киносъемках находят **к о р о т к о ф о к у с н ы е** объективы, называемые также **ш и р о к о у г о л ь н ы м и**, так как угловой охват снимаемого пространства у них больше, чем у нормальных объективов. Эти объективы дают более глубокую, удлиненную перспективу, так как расстояние между передним планом и фоном на изображении кажется больше, чем в действительности. Поэтому маленькие декорации выглядят более крупными. Увеличивается также глубина резко изображаемого пространства. Кроме того, из-за большего различия масштабов изображения близких и далеких предметов зрительно увеличивается темп движения в кадре.

Очень важно то, что дистанция съемки при использовании широкоугольных объективов уменьшается; это позволяет успешно снимать в павильоне или в тесных натуральных интерьерах, т.е. там, где нельзя далеко отойти от объекта для съемки нормальными объективами.

Но при съемке широкоугольными объективами наблюдаются значительные геометрические искажения — вертикальные линии по краям кадра искривляются, что особенно заметно при панорамировании.

Следовательно, для киносъемок необходим набор объективов с различными фокусными расстояниями.

Поэтому для КСА, рассчитанных на различные форматы киноплёнки и системы кинематографа, выпускаются соответствующие ряды (наборы) киносъемочных объективов со стандартными значениями фокусных расстояний.

Например, для съемки обычных фильмов на 35-мм киноплёнке выпускаются объективы со следующим рядом фиксированных (или дискретных) значений фокусных расстояний: 10, 18, 22, 28, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 500, 750, 1000 мм.

Кроме того, как уже отмечалось, все большее применение находят объективы с **п е р е м е н н ы м** (в определенных пределах) фокусным расстоянием (ОПФ).

От фокусного расстояния объектива зависит ряд других его параметров:

масштаб получаемого изображения, т.е. соотношение размеров снимаемого объекта и его изображения, определяемый тем, во сколько раз фокусное расстояние объектива меньше дистанции съемки (расстояния между объективом кинокамеры и объектом киносъемки);

углы поля зрения и поля изображения (или полезные углы поля зрения и поля изображения) — диагональный ω' , горизонтальный $\omega_{\text{г}}$ и вертикальный $\omega_{\text{в}}$, определяющие угловой охват снимаемого пространства, изображаемого в пределах кадра на киноплёнке в КСА.

При заданных размерах кадра эти углы определяются фокусным расстоянием применяемого объектива (табл. 3.1, рис. 3.1).

Ясно, что у объективов с переменным фокусным расстоянием угол поля изображения не постоянен, а изменяется в соответствии с изменением фокусного расстояния. Именно поэтому плавное изменение фокусного расстояния во время киносъемки и создает впечатление приближения (наезда) или удаления (отъезда) КСА от объекта съемки.

Таблица 3.1

Углы поля изображения для объективов с различным фокусным расстоянием
(при наводке на бесконечность)

Фокусные расстояния объективов f' , мм	Угол поля изображения, °		
	по диагонали ω'	по горизонтали ω_H	по вертикали ω_B
<p><i>КСА для 35-мм киноплёнки</i> (размер кадра 16Х22 мм, диагональ 27,2 мм)</p>			
10	107,3	95,5	77,3
14	88,4	76,0	59,5
18	74,0	63,0	48,0
22	63,0	53,0	40,0
28	52,0	43,0	32,0
35	42,0	35,0	26,0
40	38,0	31,0	23,0
50	32,0	25,0	18,0
75	22,0	17,0	12,0
100	16,0	12,5	9,0
125	12,0	10,0	7,0
150	11,0	8,0	6,0
200	7,8	6,2	4,5
250	6,2	5,0	3,8
300	5,2	4,2	3,0
500	3,1	2,5	2,0
750	2,1	1,8	1,2
1000	1,6	1,2	1,0
<p><i>КСА для 70-мм киноплёнки</i> (размер кадра 23Х52,5 мм, диагональ 57,3 мм)</p>			
28	91,3	86,3	44,6
40	71,2	66,6	32,0
56	54,0	50,2	22,2
75	41,8	38,6	17,4
100	32,0	29,4	13,2
125	25,8	23,8	10,6
150	21,7	19,8	8,8
200	16,4	15,0	6,6
300	11,0	10,0	4,4
<p><i>КСА для 16-мм киноплёнки</i> (размер кадра 7,45Х10 мм, диагональ 12,3 мм)</p>			
6	91,4	79,6	63,7
10	63,1	53,1	40,9
15	45,0	38,0	27,8
20	34,2	28,2	21,2
25	28,0	23,0	17,0
35	20,0	16,2	12,2
50	14,0	11,5	8,6
75	9,4	7,6	5,7

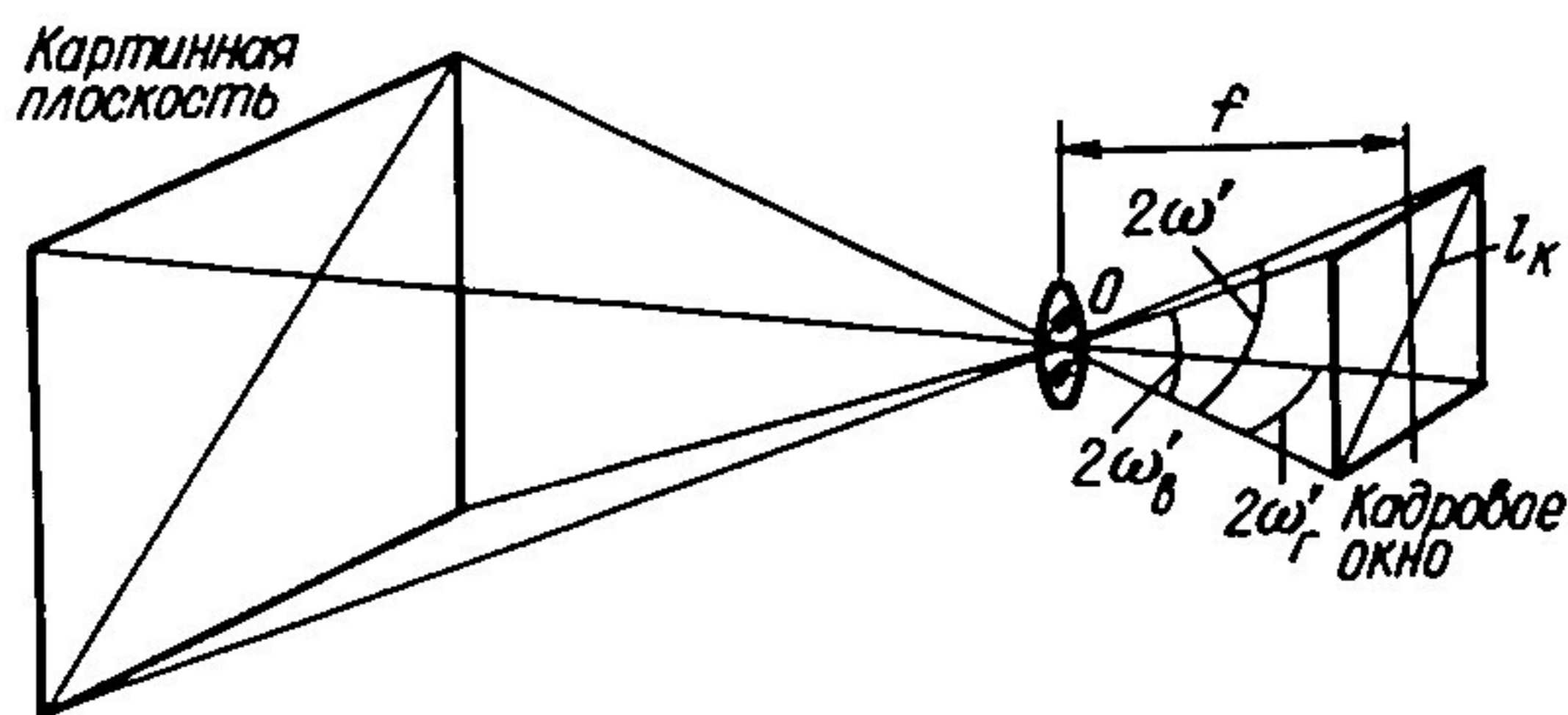


Рис. 3.1. Углы поля зрения и поля изображения

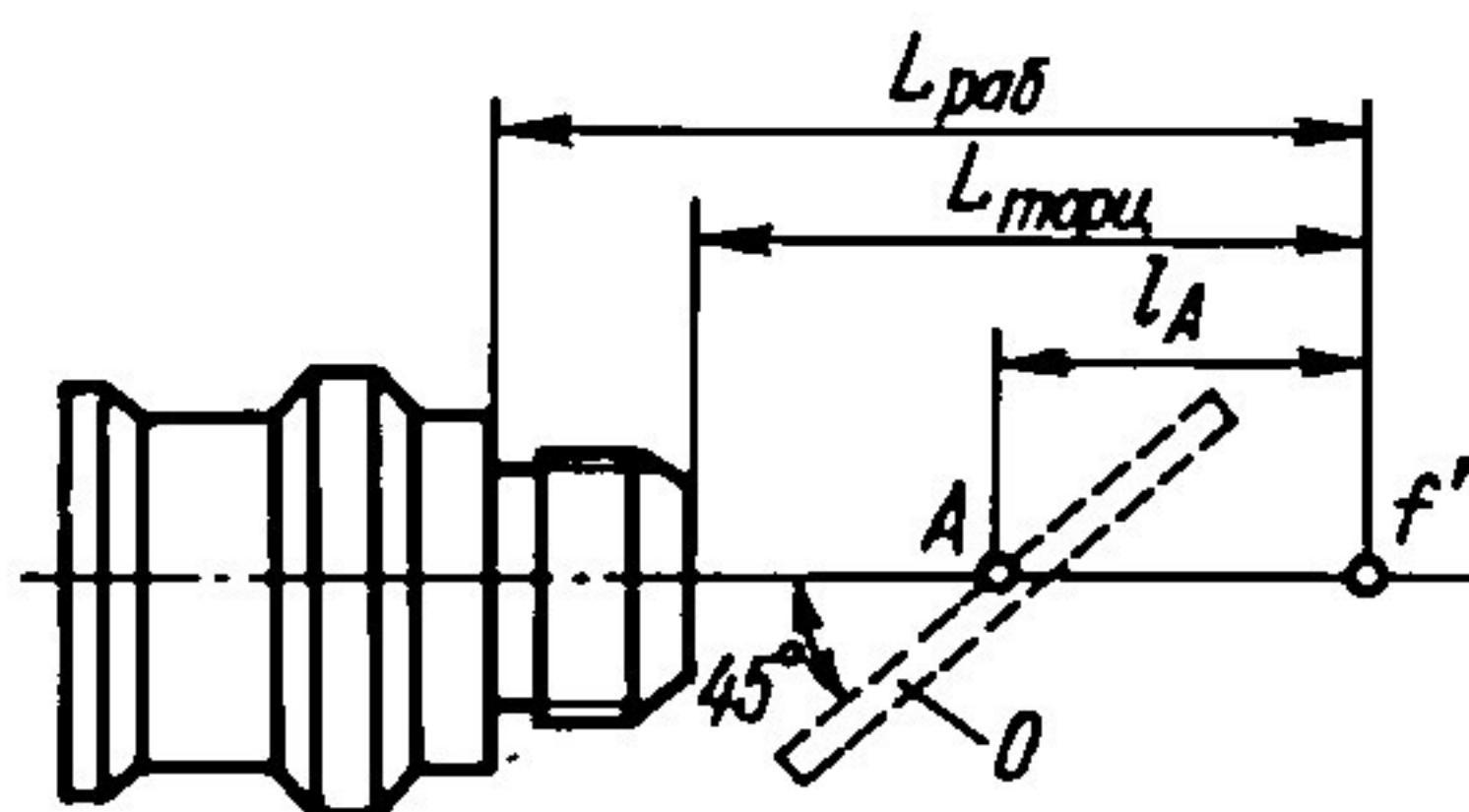


Рис. 3.2. Рабочее и торцевое расстояния объектива

Пределы изменения фокусного расстояния определяют пропорциональное изменение при этом масштаба изображения.

Для выбора фокусных расстояний объективов при киносъемке в интерьерах и подготовки операторских заданий на проектирование и строительство декораций важно знание размеров *картинной плоскости* — плоскости в пространстве предметов, находящейся на дистанции наводки и перпендикулярной к оптической оси объектива, которая изображается в границах кадра (и, следовательно, лежащей в пределах полезного угла поля зрения объектива).

Расстояние от вершины последней по ходу света линзы объектива до точки заднего главного фокуса называется *вершинным фокусным расстоянием* (обычно имеется в виду заднее вершинное расстояние, *задний отрезок*). По различным соображениям, в частности связанным с конструкцией КСА, разработчикам объективов в ряде случаев приходится принимать меры для увеличения или уменьшения вершинного фокусного расстояния (у короткофокусных объективов приходится увеличивать задний отрезок, особенно для применения в КСА с двумя обтюраторами, а у длиннофокусных — уменьшать) (рис. 3.2).

Еще одна оптическая характеристика — *рабочее расстояние* (или *рабочий отрезок*) — расстояние от рабочей (опорной) поверхности оправы объектива до плоскости эмульсионного слоя киноплёнки, зависящее от конструкции объектива.

Геометрическое относительное отверстие — одна из важнейших характеристик объектива — представляет собой отношение диаметра действующего отверстия объектива к его фокусному расстоянию. Оно определяет (без учета световых потерь в объективе) освещенность изображения на киноплёнке. Размер максимального относительного отверстия определяется конструкцией объектива, а любое значение, меньшее максимального, может устанавливаться с помощью ирисовой диафрагмы.

3.1.2. СВОТТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Экспозиционные возможности объектива определяет *эффективное относительное отверстие*, являющееся мерой реальной светосилы объектива. Оно меньше геометрического, так как учитывает суммарные потери

света при прохождении в объективе и показывает, какое относительное отверстие имел бы идеальный (без потерь света) объектив, создающий в кадре изображения такую же освещенность, как и данный реальный объектив.

В сложных многолинзовых объективах суммарные потери света в объективе на поглощение и отражение могут быть значительными, и ими нельзя пренебрегать при определении экспозиции. Поэтому шкалы диафрагмы объективов (кроме маркировки на их оправе, соответствующей максимальному геометрическому отверстию) наносятся в эффективных значениях, а градуировка шкал диафрагм производится таким образом, что каждому делению шкалы соответствует изменение светового потока, проходящего через объектив, в два раза. Стандартная шкала диафрагм предусматривает следующий ряд значений относительного отверстия: 1:0,7; 1:1; 1:1,4; 1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22; 1:32.

Объективы с повышенной (более 1:2,8) светосилой называют обычно светосильными, а с большей (более 1:1,5) — особосветосильными или сверхсветосильными.

Как известно, основными причинами ослабления светового потока в объективе являются поглощение света в толще стекла линз и его рассеяние вследствие отражения от поверхностей линз, граничащих с воздухом. Ясно, что для увеличения светосилы объектива желательно уменьшать число линз и их толщину, а также осуществлять более эффективное просветление линз, нанося на их поверхности соответствующие покрытия.

Светопропускание. Несмотря на то, что в неявной форме общие потери света в объективе учитываются при определении эффективного относительного отверстия, их обычно характеризуют отдельным показателем — *светопропусканием*, или *коэффициентом светопропускания* τ , т.е. отношением светового потока, прошедшего через объектив, к световому потоку на входе (в долях единицы или в процентах).

Зная коэффициент светопропускания, можно по геометрическому относительному отверстию определить эффективное отверстие объектива, разделив знаменатель геометрического относительного отверстия на корень квадратный из коэффициента светопропускания.

Поправочный коэффициент k_τ для пересчета геометрического и эффективного значений относительного отверстия объектива с учетом светопропускания τ объектива принимает следующие значения:

τ	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$k_\tau = \tau^{-1/2}$	1,054	1,120	1,200	1,290	1,410

Светорассеяние. Светорассеяние (выражается количественно коэффициентом светорассеяния) в объективе имеет место вследствие отражений части светового потока от различных элементов конструкции объектива (линзы, диафрагмы, внутренних деталей оправы) и снижает не только освещенность, но и контраст изображения, создаваемого объективом. В современных просветленных объективах коэффициент светорас-

сеяния обычно не превышает 1—2 %, но и это при неблагоприятных условиях может повлиять на характер изображения.

Светорассеяние может быть вызвано также дефектами стекла линз объектива (пузырьки, свили), царапинами на поверхностях линз, плохим чернением внутренних поверхностей оправы объектива, плохим чернением фасок линз, сколами стекла на фасках, потертостями лепестков ирисовой диафрагмы или плохим их чернением

Один и тот же объектив, установленный в разные КСА, при съемке одного и того же объекта может дать изображения, неодинаковые по контрасту. Это может быть следствием различного конструктивного расположения в аппаратах деталей, находящихся вблизи световых пучков, проходящих от объектива к киноплёнке, и различной обработки поверхностей этих деталей. Поэтому чтобы составить правильное суждение о конечном результате работы объектива — о качестве оптического изображения на светочувствительном слое киноплёнки, следует учитывать светорассеяние в системе кинокамера — объектив.

Светорассеяние увеличивается, если в снимаемом объекте имеются яркие детали и бликующие поверхности, причем даже если яркие детали находятся вне угла зрения объектива, но вблизи его границ.

При съемке объективами с высоким светорассеянием ярких объектов на темном фоне в изображении могут появиться пятна-рефлексы.

Распределение освещенности по полю кадра. Важную роль в получении высококачественного изображения на киноплёнке играет характер распределения освещенности по полю кадра. В реальных объективах освещенность по полю кадра неравномерна — максимальна в центре кадра и спадает к его краям. Снижение освещенности (оно характеризуется *коэффициентом спада освещенности по полю кадра по отношению к освещенности центра кадра k_{ω}*) тем существеннее, чем больше угол зрения объектива ω' , так как освещенность внеосевых точек изображения по сравнению с осевой точкой спадает в соответствии с изменением $\cos^4 \omega'$ в качестве сомножителя:

$\omega', ^\circ$	10	20	30	40	50	60	70
$k_{\omega} = \cos^4 \omega'$	0,94	0,78	0,56	0,34	0,17	0,06	0,014

В действительности же для большинства конструкций объективов спад освещенности на краю поля еще больше из-за дополнительного виньетирующего действия оправы объектива, уменьшающей площадь сечения пучков наклонных лучей. *Виньетирование* — это частичное ограничение пучков лучей, падающих наклонно к оптической оси объектива, что приводит к спаданию освещенности изображения к краям кадра. Отношение площади сечения виньетированного пучка к площади круга сечения центрального, невиньетированного пучка называется *функцией виньетирования*. Пользуются также *коэффициентом виньетирования*, который равен отношению площади сечения затененной части пучка к полной площади. Степень виньетирования зависит от конструкции объектива.

Поскольку сечение пучка лучей при диафрагмировании объектива уменьшается, то освещенность по полю в некоторой степени при этом

выравнивается. Таким образом, функция виньетирования в объективе зависит не только от угла наклона пучка, но и от размера отверстия действующей диафрагмы.

Особенно велико влияние виньетирования в широкоугольных объективах. Одним из способов уменьшения этого эффекта является использование так называемого *абберационного виньетирования* [124], имеющего место при применении в качестве переднего компонента отрицательного мениска с поверхностями большой кривизны, обращенного выпуклостью в сторону пространства предметов. При достаточно большом диаметре этого мениска действующая диафрагма объектива будет пропускать наклонные пучки лучей большего диаметра, чем пропускаемый ею центральный пучок, что уменьшит спад освещенности к краю кадра. Этот метод был использован при разработке объективов "Руссар".

На рис. 3.3, а показано распределение освещенности по полю кадра для двух типов серийно выпускаемых объективов в виде стандартных графиков, приводимых в каталогах [83].

Спектральное пропускание. Световые потери на поглощение и отражение в объективе неодинаковы для световых волн различной длины вследствие избирательного характера пропускания оптических стекол и избирательного отражения просветляющих слоев. Если киносъемочный объектив существенно изменяет спектральный состав проходящего через него света, это может заметно повлиять на качество цветопередачи [123].

Спектральные свойства объектива наглядно характеризует его *мономатическое спектральное светопропускание*, т.е. зависимость коэффициента спектрального пропускания τ_λ от длины волны света λ [123]. На рис. 3.3, б показаны характеристики спектрального пропускания для выпускаемых серийно кинообъективов.

Спектральные характеристики пропускания объективов дают общую информацию, пригодную для многих целей. Для цветной киносъемки их можно нормировать, например, как это рекомендуется в работе [3]:

λ , нм	365	400	500–680
τ_λ	0–0,1	0,6–0,9	не менее 0,9

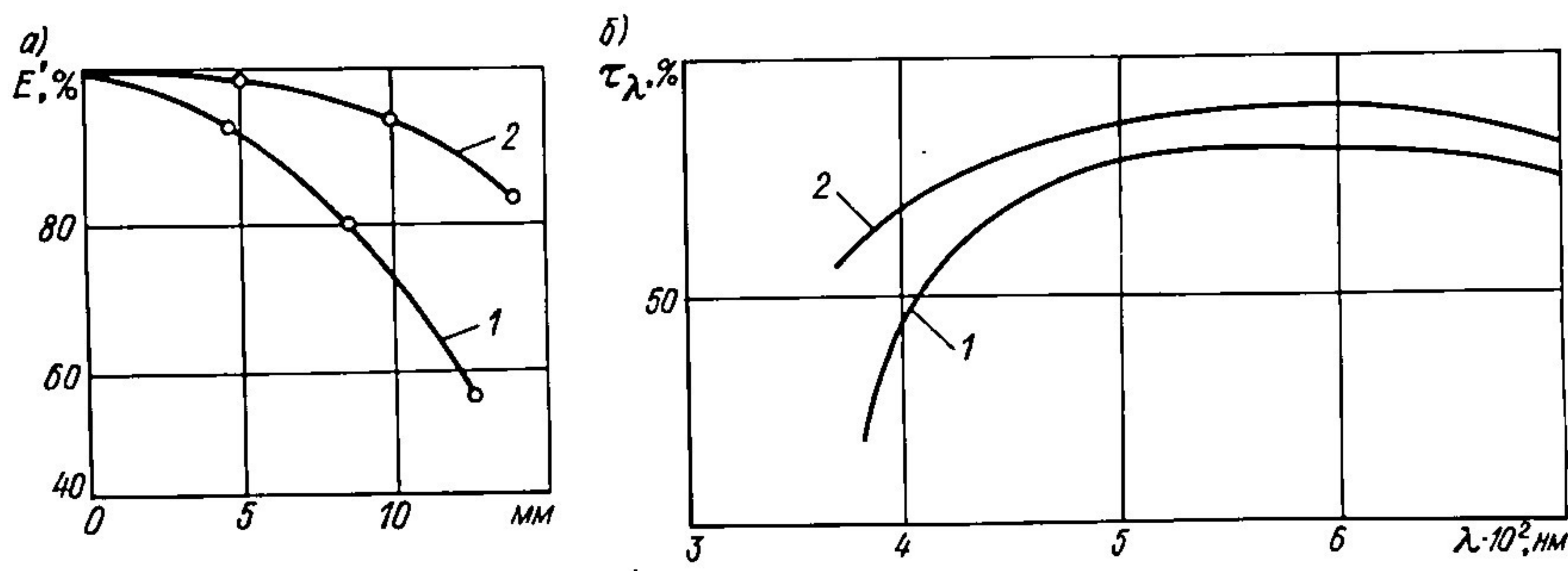


Рис. 3.3. Распределение освещенности по полю кадра (а) и характеристики спектрального пропускания (б) объективов:
1 – ОКС 1-28-1; 2 – ОКС 5-250-1 (1 : 2,9)

Формулы цветности киносъёмочных объективов

Марка объектива	Фокусное расстояние f' , мм	Формула цветности			Цветофотографические координаты	
		B	G	R	ЗК	СК
ОКС-5-18-1	18	20	0	0	0,270	0,530
ОКС-7-28-1	28	24	0	0	0,268	0,491
ОКС-1-50-2	50	8	0	0	0,274	0,654
ОКС-2-100-2	100	13	1	0	0,262	0,610
350ПФ 18-1	20–120	43	0	1	0,290	0,318
350ПФ 15-1	25–250	39	4	0	0,238	0,345
350ПФ 16-1	25–100	40	2	0	0,258	0,436
350ПФ 19-1А	40–120	53	1	0	0,267	0,207

Для целей киносъёмки (в частности, на обрабатываемых киноплёнках) можно использовать метод *интегральной оценки* спектральных свойств объектива в каждой из зон спектральной чувствительности (синей, зелёной, красной) типовой негативной киноплёнки, являющейся трехзональным приемником. Этот метод основан на измерении эффективных коэффициентов пропускания объектива (τ_c, τ_z, τ_k) в трех зонах спектра светочувствительности киноплёнки и последующем пересчете этих данных через спектрозональные плотности (D_c, D_z, D_k) в так называемую формулу цветности ($B-G-R$) [203], составленную из трех чисел, определяющих фотографическую цветность данного объектива (одна единица цветности составляет 0,01 логарифмической единицы зональной плотности). Формулы цветности некоторых объективов приведены в табл. 3.2.

Еще одной формой выражения спектральных характеристик киносъёмочных объективов является *цветофотографический график*, который строится по цветофотографическим координатам спектро-зональных отношений ЗК (зелено-красного) и СК (синие-красного), определяемым из значений спектрозональных плотностей D_c, D_z, D_k [203]. По такому графику можно определить нарушение цветового баланса системы источник света — киносъёмочный объектив — киноплёнка и, следовательно, характеристику корректирующего светофильтра. Нарушение баланса оказывается однозначно связанным с "синим числом" B формулы цветности объектива [203]. Исследования спектральных свойств киносъёмочных объективов показали [203], что при $B \leq 15$ дополнительная цветовая коррекция не требуется, при $B > 15$ она необходима.

Эффективным методом улучшения спектральных характеристик киносъёмочных объективов считают [3] применение многослойных просветляющих покрытий.

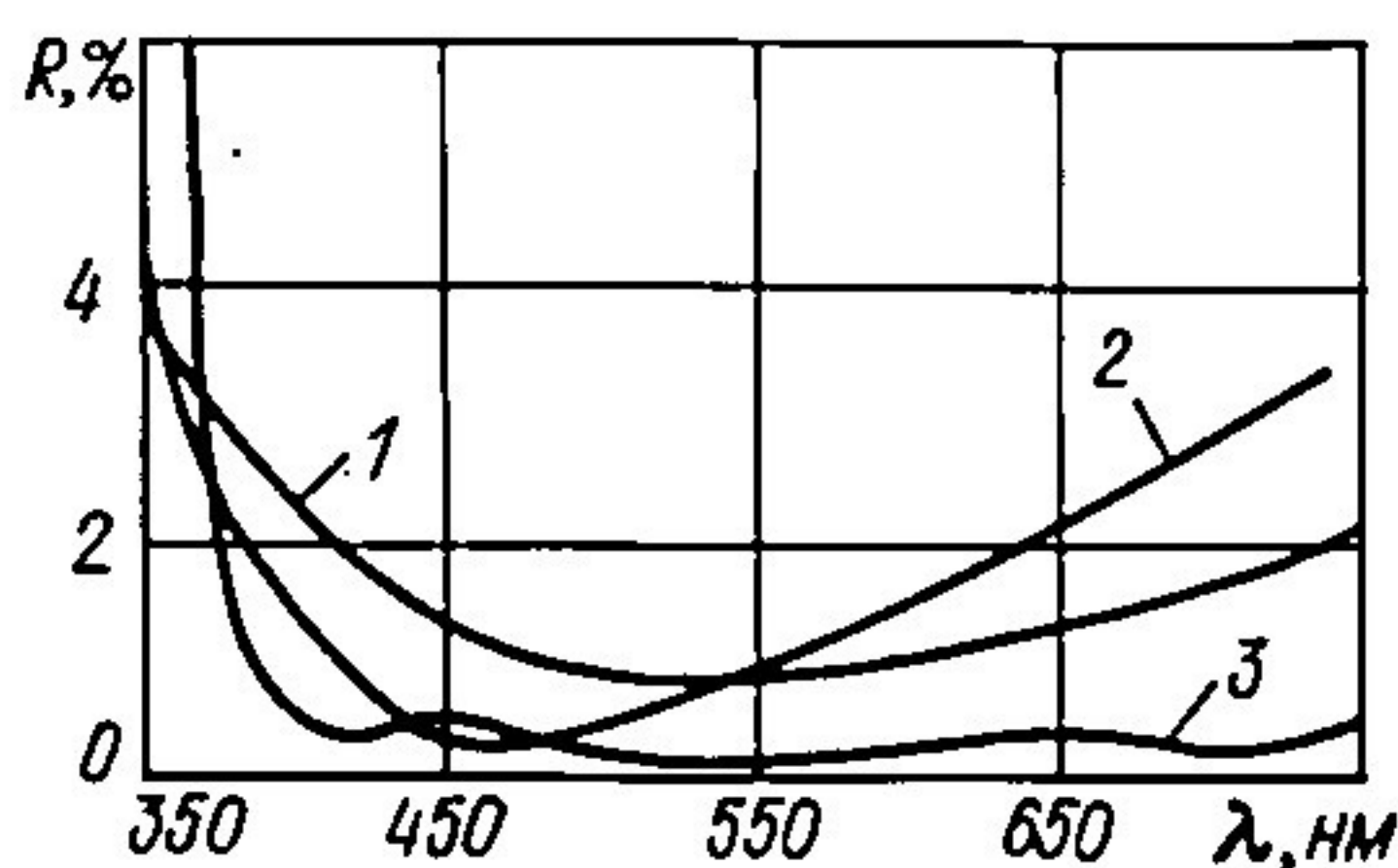


Рис. 3.4. Спектральные коэффициенты отражения просветляющих покрытий: 1 — однослойного; 2 — двухслойного; 3 — многослойного

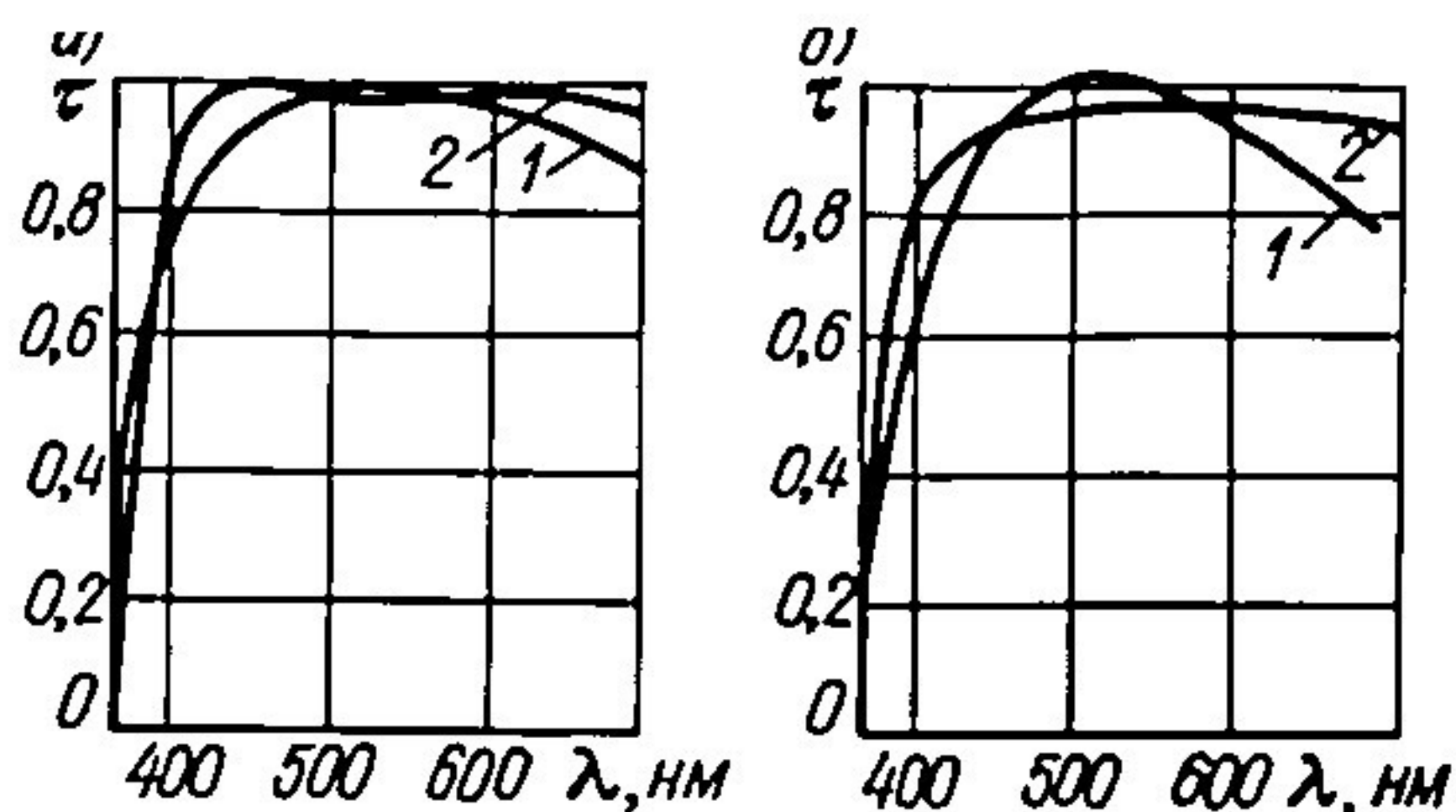


Рис. 3.5. Спектральное пропускание объективов с обычным (1) и многослойным (2) просветлением: а — объектив 3,5/20; б — объектив 1,7/50

Рис. 3.4 иллюстрирует влияние числа просветляющих слоев на цветность рассеянного в объективе света, а рис. 3.5 — улучшение спектральной характеристики пропускания объективов при многослойном просветлении.

3.1.3. АБЕРРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

При разработке объективов основные усилия разработчиков направлены на то, чтобы уменьшить различного рода aberrации до приемлемых значений, поскольку степень коррекции aberrаций определяет качество получаемого изображения. Как известно, различают следующие виды aberrации: *осевые*, т.е. относящиеся к изображениям точек, лежащих на оптической оси объектива (сферическая aberrация); *полевые*, касающиеся точек, лежащих вне оптической оси объектива (астигматизм, дисторсия); *монокроматические*, т.е. не зависящие от длины световой волны; *хроматические* — зависящие от длины волны.

Сферическая aberrация. Этот вид aberrаций объектива заключается в том, что лежащая на оптической оси точка изображается не одной, а целым рядом точек на некотором участке оси, что приводит к нерезкости получаемого изображения. Следовательно, длина этого участка (обозначаемая обычно $\Delta S'$) может служить мерой сферической aberrации, называемой в этом случае *продольной*. Другая форма выражения сферической aberrации — определение в плоскости изображения диаметра кружка рассеяния z , изображающего исходную точку. Это *поперечная* сферическая aberrация.

Так как численное значение сферической aberrации зависит от расстояния h по радиусу зрачка от ее центра (от оптической оси), то ее представляют графически в виде зависимости $\Delta S'$ или z от величины h (вместо h может использоваться угловая мера этой величины — в виде $\text{tg } \sigma'$, увеличенного из-за малости углов в 100 раз [83]). На рис. 3.6 приведены характеристики сферической aberrации двух объективов [83].

Точка пересечения кривой на графике с осью координат соответствует расположению кольцевой зоны объектива, для которой сферическая aberrация полностью исправлена.

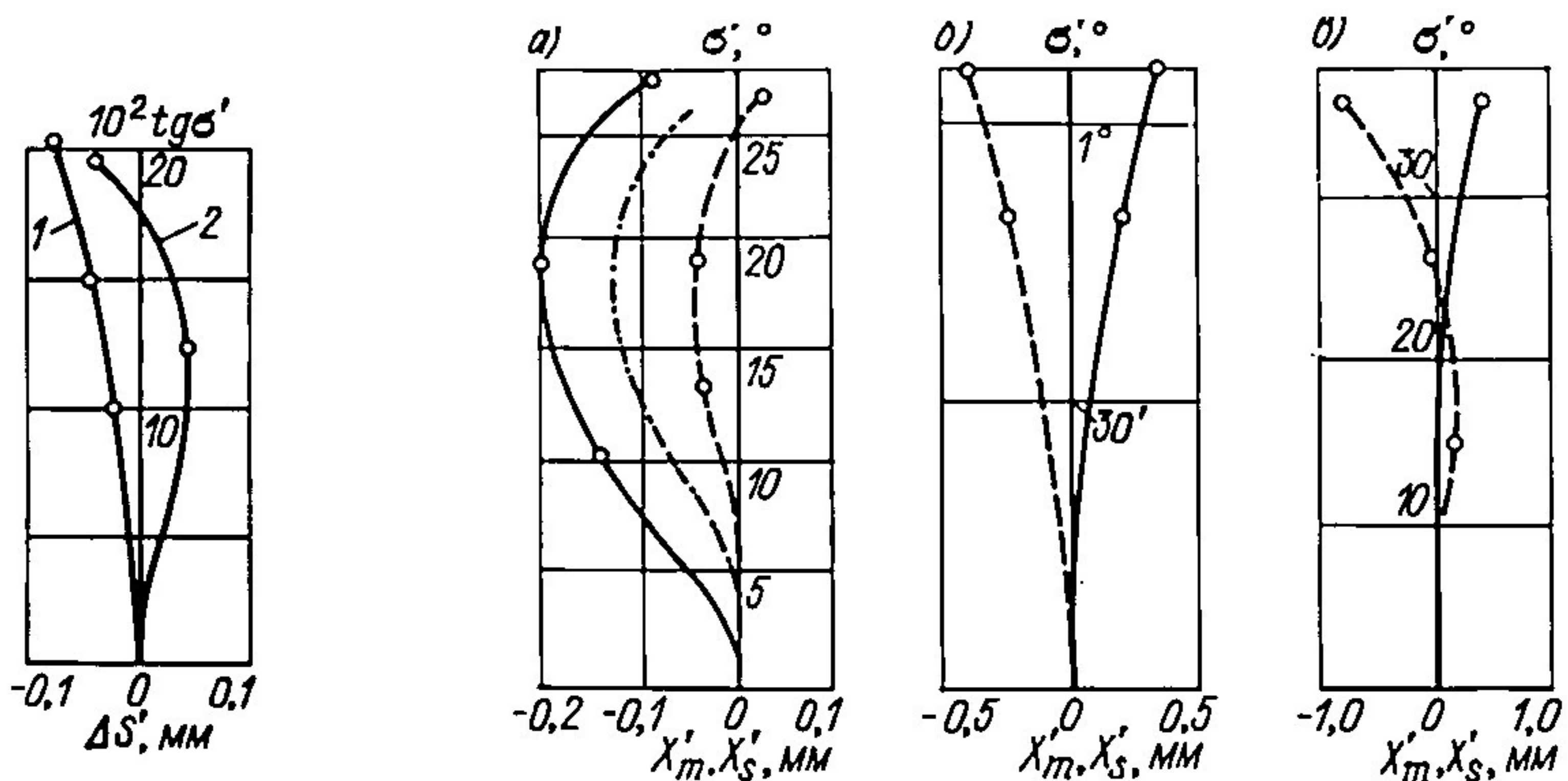


Рис. 3.6. Характеристики сферической аберрации объективов: 1 – ОКС 5-18-1; 2 – ОКС 5-250-1

Рис. 3.7. Характеристики астигматизма объективов ОКС 7-28-1 (а), ОКС 5-50-1 (б), 70 ОПФ 5-1 для предельных значений фокусных расстояний (в)

Искажения, обусловленные наличием сферической аберрации для точек, лежащих не на оси объектива, называют *комой*. Коррекция сферической аберрации для точек на оси оптической системы не исключает комы. Коррекция комы в киносъёмочных объективах очень важна ввиду ее сильного влияния на качество изображения. Недостаточная коррекция сказывается в основном на краевых участках изображения.

Астигматизм и кривизна поля изображения. Аберрация, при которой изображение точки, находящейся вне оси, образуемое узким пучком лучей, имеет вид двух линий, расположенных перпендикулярно друг к другу и на разных расстояниях от фокальной плоскости идеальной системы, называется *астигматизмом*. Это явление возникает вследствие того, что лучи наклонного пучка, расположенные в меридиональном и сагиттальном сечениях, имеют различные точки сходимости — точки меридионального и сагиттального фокусов бесконечно тонкого наклонного пучка. Расстояние между этими точками сходимости определяет так называемую *астигматическую разность*, которая растет с увеличением угла наклона пучка лучей.

Астигматизм объектива обычно характеризуют графически в виде зависимости положений (т.е. расстояния от идеальной фокальной плоскости) астигматических (меридионального — X'_m и сагиттального — X'_s) фокусов элементарных пучков от угла наклона лучей.

На рис. 3.7, а представлена характеристика астигматизма объектива ОКС 7-28-1 в виде астигматических кривых, т.е. зависимостей X'_m (штриховая линия) и X'_s (сплошная линия) от угла поля зрения σ' [83].

Если наилучшим изображением, создаваемым объективом, считать среднее между меридиональным и сагиттальным изображениями, то по ходу астигматических кривых X'_m и X'_s можно определить положение

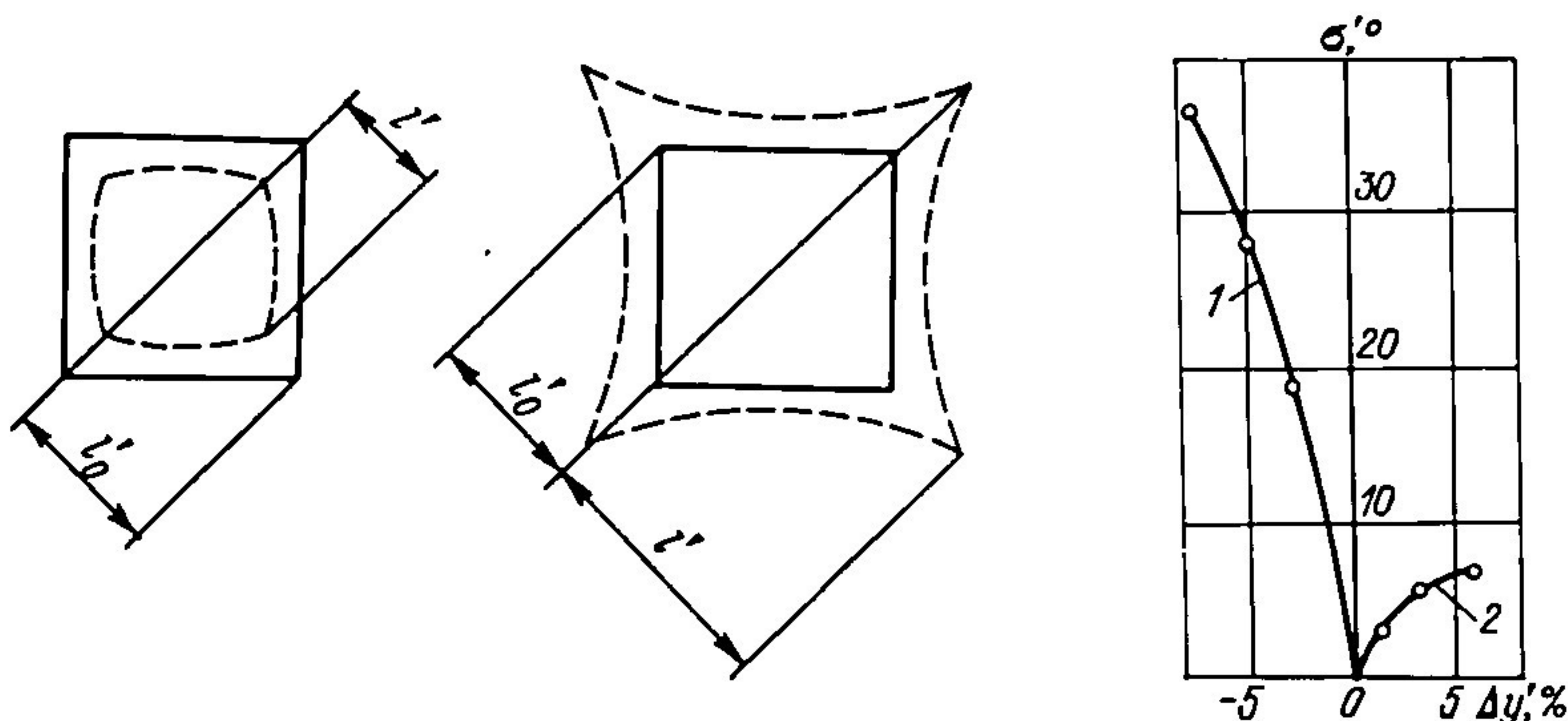


Рис. 3.8. Изображение при положительной и отрицательной дисторсии

Рис. 3.9. Характеристики дисторсии объектива 70 ОПФ 5-1 для предельных значений фокусных расстояний:
1 — $f' = 40$ мм; 2 — $f' = 240$ мм

поверхности такого наилучшего изображения (показано штрих-пунктирной линией на рис. 3.7, а). Из рис. 3.7, а видно, что эта поверхность изображения не плоская, а имеет определенную кривизну, что может привести к нерезкости изображения по полю на плоском экране даже при отсутствии астигматизма, т.е. при отсутствии разности между X'_m и X'_s .

• Астигматические характеристики объектива с исправленной кривизной поля изображения (т.е. $X'_s = -X'_m$) показаны на рис. 3.7, б.

У объективов, относящихся к классу **а н а с т и г м а т о в**, астигматизм исправлен для некоторого угла поля и значительно уменьшены астигматизм и кривизна поля изображения для всего поля, что дает по всему полю высокую резкость. Астигматические характеристики такого объектива показаны на рис. 3.7, в.

Дисторсия. Погрешность изображения, выражающуюся в нарушении подобия между предметом и его изображением вследствие изменения масштаба изображения по мере удаления от центра поля, называют *дисторсией*. Причиной дисторсии, как и сферической аберрации, является более сильное отклонение луча периферийными зонами положительной линзы по сравнению с ее центральной частью.

При расположении апертурной диафрагмы перед линзой масштаб изображения уменьшается по мере удаления от центра поля — это **о т р и ц а т е л ь н а я** (б о ч к о о б р а з н а я) дисторсия. При расположении диафрагмы после линзы получается **п о л о ж и т е л ь н а я** (п о д у ш к о о б р а з н а я) дисторсия (рис. 3.8). Расположение диафрагмы между двумя одинаковыми оптическими компонентами объектива (так называемая "симметричная оптическая система") приводит к компенсации одного вида дисторсии другим. Но хорошая компенсация дисторсии возможна и в несимметричных объективах.

В качестве характеристики дисторсии объектива используют графиче-

ческие зависимости *линейной* или *относительной дисторсии* (%) от угла поля зрения. На рис. 3.9 показаны характеристики дисторсии двух серийных кинесъемочных объективов [83].

Хроматические aberrации. При прохождении через оптическую систему не монохроматического, а белого светового пучка, состоящего из лучей различных длин волн, картина значительно усложняется дисперсией лучей, т.е. зависимостью показателя преломления оптической среды от длины проходящей световой волны.

В частности, имеет место так называемая *продольная хроматическая aberrация* (или *хроматическая aberrация положения*), которая выражается в несовпадении положения фокальных плоскостей для лучей различных длин волн, так как фокусное расстояние объектива f' становится функцией длины волны света: $f'_\lambda = \varphi(\lambda)$.

Такая aberrация приводит к нерезкости изображения, так как на резкое изображение в фокальной плоскости для одного цвета будут наложены нерезкие изображения других цветов, фокальные плоскости которых не совпадают с данной.

Протяженность участка оптической оси $\Delta S' = f'_{\lambda_{\min}} - f'_{\lambda_{\max}}$, в пределах которого находятся все фокусы монохроматических пучков лучей в пределах интересующего нас диапазона длин волн, может служить мерой данного вида aberrации.

Чаще всего продольную хроматическую aberrацию выражают в виде зависимости от длины монохроматической световой волны положения на оптической оси соответствующих фокальных плоскостей f'_λ . Причем это положение можно определять как в абсолютной (например, по отношению к главному фокусу или к заднему вершинному расстоянию [83]), так и в относительной мере (по отношению к положению фокальной плоскости для определенной длины волны, принятой за нулевую [124], например $\lambda_D = 589$ нм или $\lambda_F = 486$ нм, $\lambda_E = 527$ нм).

Зависимость фокусного расстояния объектива от длины световой волны приводит также к разнице в коэффициентах его увеличения для изображения в различных цветах. Эта погрешность изображения называется *хроматической aberrацией увеличения*. Количественно она может быть выражена в разности линейных величин изображений l'_{λ_1} и l'_{λ_2} , измеренных для разных длин волн света, или в разности поперечных увеличений β_{λ_1} и β_{λ_2} . Такая aberrация (если ее численные значения существенны) проявляется в виде цветной окантовки изображений.

Хроматические aberrации объективов корректируются применением линз с оптическими силами с разными знаками, изготовленных из стекол с различной дисперсией. Это позволяет достичь совмещения в общем фокусе лучей двух различных длин волн. Такие объективы называются *а х р о м а т и ч е с к и м и*.

После такой коррекции остается так называемая *вторичная хроматическая aberrация*, или *вторичный спектр*. График вторичного спектра (рис. 3.10) показывает степень коррекции хроматической aberrации объектива и является его важной характеристикой.

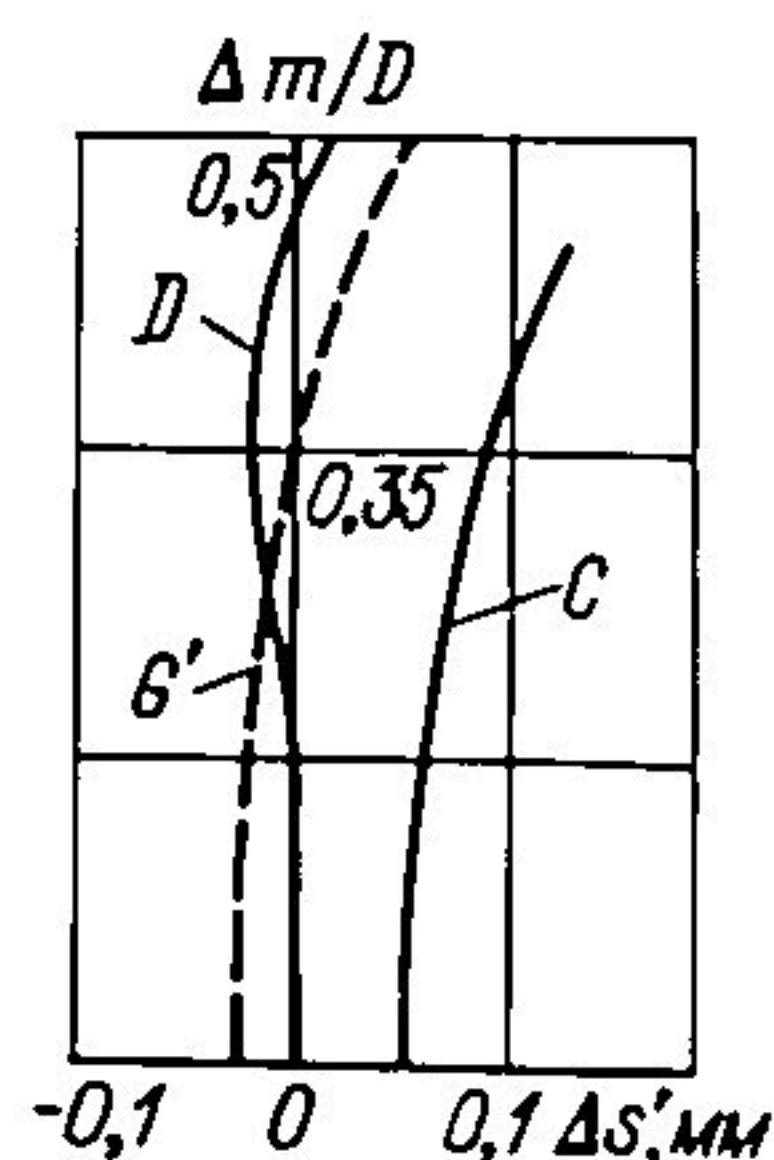
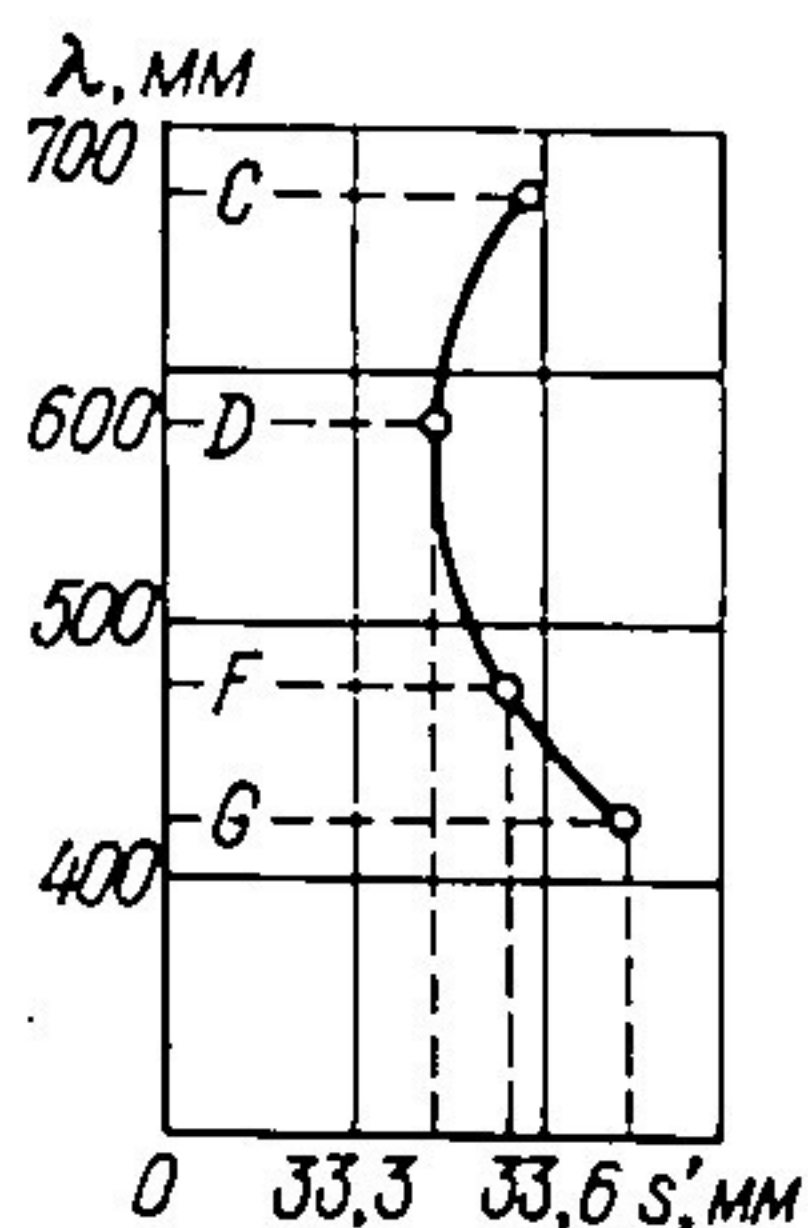


Рис. 3.10. Характеристика хроматической aberrации объектива ОКС 5-18-1 ($h = 2,6$)

Рис. 3.11. Характеристики сферохроматической aberrации объектива ОКС 1-9, 5-1

Объективы, у которых уменьшен вторичный спектр, называются **апохроматами**. Существует и промежуточный между ахроматами и апохроматами вид объективов — **полуапохроматы**, у которых вторичный спектр существенно уменьшен [32].

Хроматическая aberrация не ограничивается рассмотренными выше видами. Хроматизм светового пучка влияет и на другие виды aberrаций, рассмотренные выше в качестве монохроматических (сферическая aberrация, кома, астигматизм, дисперсия), так как появляются хроматические разности этих aberrаций, которые начинают сказываться по мере возрастания апертуры объектива и угла поля зрения [32].

Например, у светосильных объективов сферическая aberrация часто оказывается различной для лучей разных длин волн, причем она может быть недопустимо большой для тех длин волн, для которых исправлена хроматическая aberrация положения. Поэтому важно знать характеристику *хроматической разности сферических aberrаций* (или характеристику *сферохроматической aberrации* [32]) для данного объектива, выражаемую в виде обычных зависимостей сферической aberrации, но полученных для лучей разного цвета. Такая характеристика показана на рис. 3.11 [83].

На основании сказанного выше можно сделать вывод о том, что рассмотрение отдельных видов aberrаций нужно только с методической точки зрения для понимания их физической сущности и влияния на качество изображения. В действительности же они действуют совместно, создавая значительно более сложную картину. К этому следует добавить, что aberrации могут быть как третьего, так и высших порядков, что сильно усложняет картину распределения лучей в плоскости изображения. Это распределение быстро меняется с изменением положения точки объектива и отверстия оптической системы [32]. Практически это означает дополнительное изменение aberrаций при изменении дистанции наводки и диафрагмы объектива.

Применение более детальных методов расчета объективов возмож-

но на базе сверхбыстродействующих ЭВМ, что создает основу для дальнейшего совершенствования кинооптики.

Следует, однако, заметить, что одновременное устранение всех aberrаций — задача неразрешимая, поэтому, рассчитывая объектив, предназначенный для определенных целей, стремятся в первую очередь устранить те aberrации, которые наиболее сильно влияют на качество изображения именно в данном случае.

Например, для длиннофокусных объективов очень важно исправить aberrации для точек на оси, так как такие объективы работают в пределах узких углов поля изображения. Для широкоугольных объективов важно исправить aberrации наклонных пучков (кома, астигматизм, кривизна поля изображения, дисторсия).

3.1.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ, СОЗДАВАЕМОГО КИНОСЪЕМОЧНЫМ ОБЪЕКТИВОМ

Вопрос о критериях оценки качества изображения в кинематографии является важным, но и очень сложным, он до сих пор не решен. Главным методом, позволяющим судить о качестве полученного в процессе киносъемки изображения, является *субъективный*, заключающийся в просмотре снятого изображения (позитива) на киноэкране контрольно-просмотрового зала, т.е. в определенных, оговоренных нормами условиях. Применение *квалиметрических* методов позволяет получить и некоторые количественные данные, характеризующие качество киноизображения [75].

Конечно, контроль качества изображения на киноэкране позволяет оценить результат работы не только киносъемочного объектива, а всей кинематографической системы, включающей получение изображения на негативной и позитивной киноплёнках, процессы печати, химико-фотографической обработки, проекции изображения.

Существуют методы оценки некоторых показателей качества самого киносъемочного объектива, использующие визуальную оценку оптического изображения, создаваемого киносъемочным объективом.

Наиболее полное, а следовательно, правильное представление о качестве изображения, создаваемого киносъемочным объективом, можно получить по сумме оценок как характеристик оптического изображения, создаваемого объективом, так и характеристик фотографического изображения на киноплёнке, отражающих свойства системы объектив — киноплёнка.

Перечислим основные методы, применяемые для оценки качества создаваемого киносъемочным объективом изображения, причем только те из них, которые можно использовать на практике, а не при расчете или экспериментальном изготовлении образцов объективов.

Анализ остаточных aberrаций объектива. Aberrации объектива наряду с волновой природой света являются причиной того, что изображение точки — основной элемент при образовании изображения лю-

бого объектива — не является точкой. Оно оказывается нерезким, расплывчатым. Изображение линии также отличается от реальной линии и т.д.

Совершенно очевидно, что чем меньше aberrации объектива, тем выше качество образуемого им изображения. Оценка объектива по его остаточным aberrациям удобна с практической точки зрения для сравнения объективов, близких по назначению и устройству. В этом случае можно прогнозировать ожидаемое качество изображения.

Полный анализ aberrационной фигуры рассеяния в изображении точки, полученной расчетным или экспериментальным способом, применяется только при разработке новых объективов [32].

Анализ дифракционной картины изображения точки. Как уже упоминалось, волновая природа света является одной из причин того, что даже безaberrационный (идеальный) объектив изображает точку не в виде точки. Как известно, он изобразит ее в виде сложной дифракционной картины — кружка (*кружка Эри*), распределение энергии в котором неравномерно: в центре — максимум энергии, спадающей к краям, а затем идет ряд темных и светлых (при белом свете — с радужной окраской) концентрических колец, интенсивность энергии которых постепенно уменьшается до нуля.

Наличие в объективе aberrаций изменяет эту классическую картину. Поэтому одним из методов определения параметров изображения, создаваемого объективом, является анализ распределения освещенности изображения бесконечно удаленной светящейся точки.

Теория показывает, что зная это распределение, можно определить другие характеристики качества оптического изображения — разрешающую силу, частотно-контрастную характеристику и т.д. [32]. Мы приведем только самые простые примеры непосредственного использования дифракционной картины изображения точки для суждения о качестве объектива [124].

Объектив с неисправленной по краю сферической aberrацией образует дифракционное изображение с очень ярким и резко очерченным внешним кольцом. Если у объектива не исправлена сферическая aberrация, освещенность колец распределяется не по порядку их номеров: средние кольца могут быть ярче, чем центральные и крайние, или наоборот. При астигматизме дифракционная картина приобретает вид эллипса. В плохо отцентрированном объективе нарушается симметрия колец. Если в объективе линзы имеют место внутренние напряжения или неоднородности, то дифракционное изображение точки имеет вид треугольника.

Определение разрешающей силы объектива. Разрешающая сила (или разрешающая способность) объектива, как известно, характеризует его способность воспроизводить раздельно мелкие, расположенные близко друг к другу детали объекта съемки и, следовательно, в определенной мере показывает степень устранения различных aberrаций и характер распределения энергии в дифракционной картине изображения точки, создаваемого данным объективом.

Это означает, что разрешающая сила в известной степени характери-

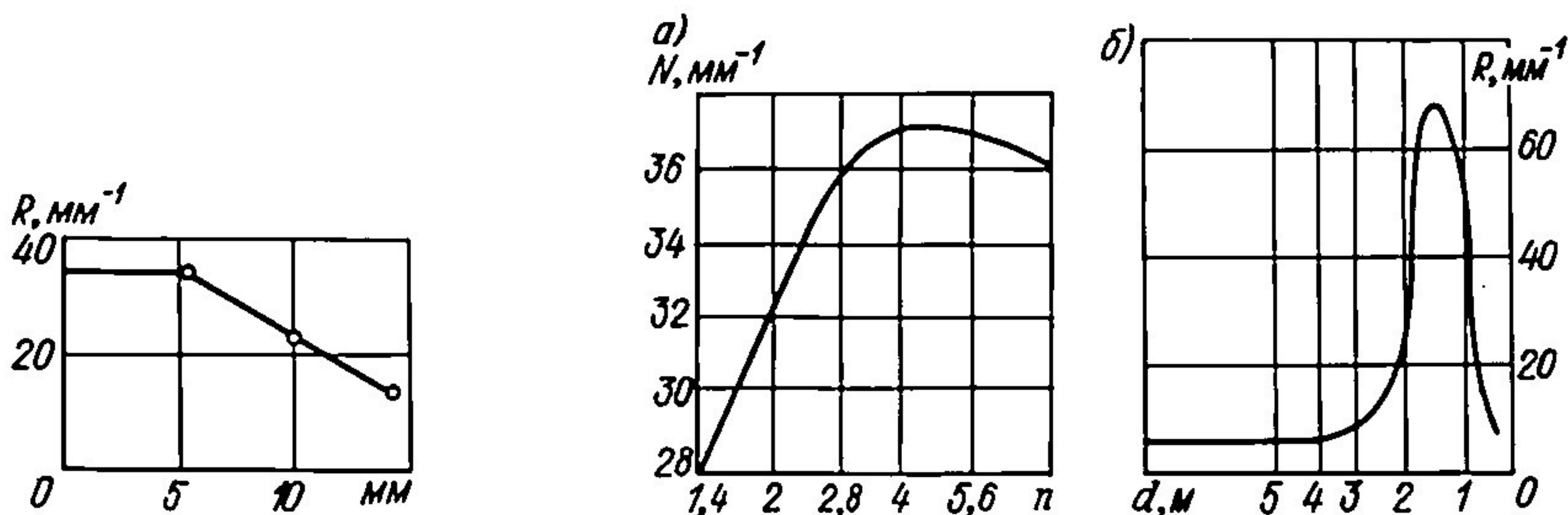


Рис. 3.12. Фотографическая разрешающая сила объектива ОКС 2-100-2 (1 : 3,2; киноплёнка КН-2)

Рис. 3.13. Изменение разрешающей силы при диафрагмировании ($f' = 35$ мм) (а) и по глубине (ОКС 1-28-1) (б)

зует качество объектива и что чем лучше исправлен объектив, тем больше должна быть его разрешающая сила, т.е. тем меньше элементы изображения, передаваемые раздельно и четко.

Для характеристики киносъёмочных объективов чаще используется не *визуальная* (оптическая), а *фотографическая разрешающая сила*, которая определяет разрешение деталей в изображении, создаваемом киносъёмочным объективом на киноплёнке, и позволяет оценить систему объектив — киноплёнка, т.е. получить результаты, более ценные для практического применения в процессе киносъёмки.

Для обеспечения возможности сравнения различных объективов фотографические характеристики киноплёнки, условия их экспонирования и химико-фотографической обработки обязательно должны быть идентичными.

За меру фотографической разрешающей силы объектива принимается наибольшее число чередующихся светлых и темных полос (линий) тестовой решетки (миры), различимых раздельно в одном миллиметре негатива. Важно знать разрешение не только в центре, но и по всему полю изображения (рис. 3.12).

Для более полной характеристики объектива по параметру фотографической разрешающей силы следует ее определять при различных значениях относительного отверстия объектива. Обычно по мере диафрагмирования объектива его разрешающая сила сначала возрастает (так как уменьшается диаметр абберационных кружков рассеяния), достигая максимума в среднем при значениях диафрагмы между 1 : 4 и 1 : 8, а затем спадает (из-за увеличения диаметра дифракционного кружка) (рис. 3.13, а).

Иногда дополнительно определяют фотографическую разрешающую силу объектива и по глубине, т.е. при изменении расстояния до снимаемой миры, но при постоянной дистанции наводки объектива в 50 фокусных расстояний, на котором находится одна из мир. График такой зависимости показан на рис. 3.13, б.

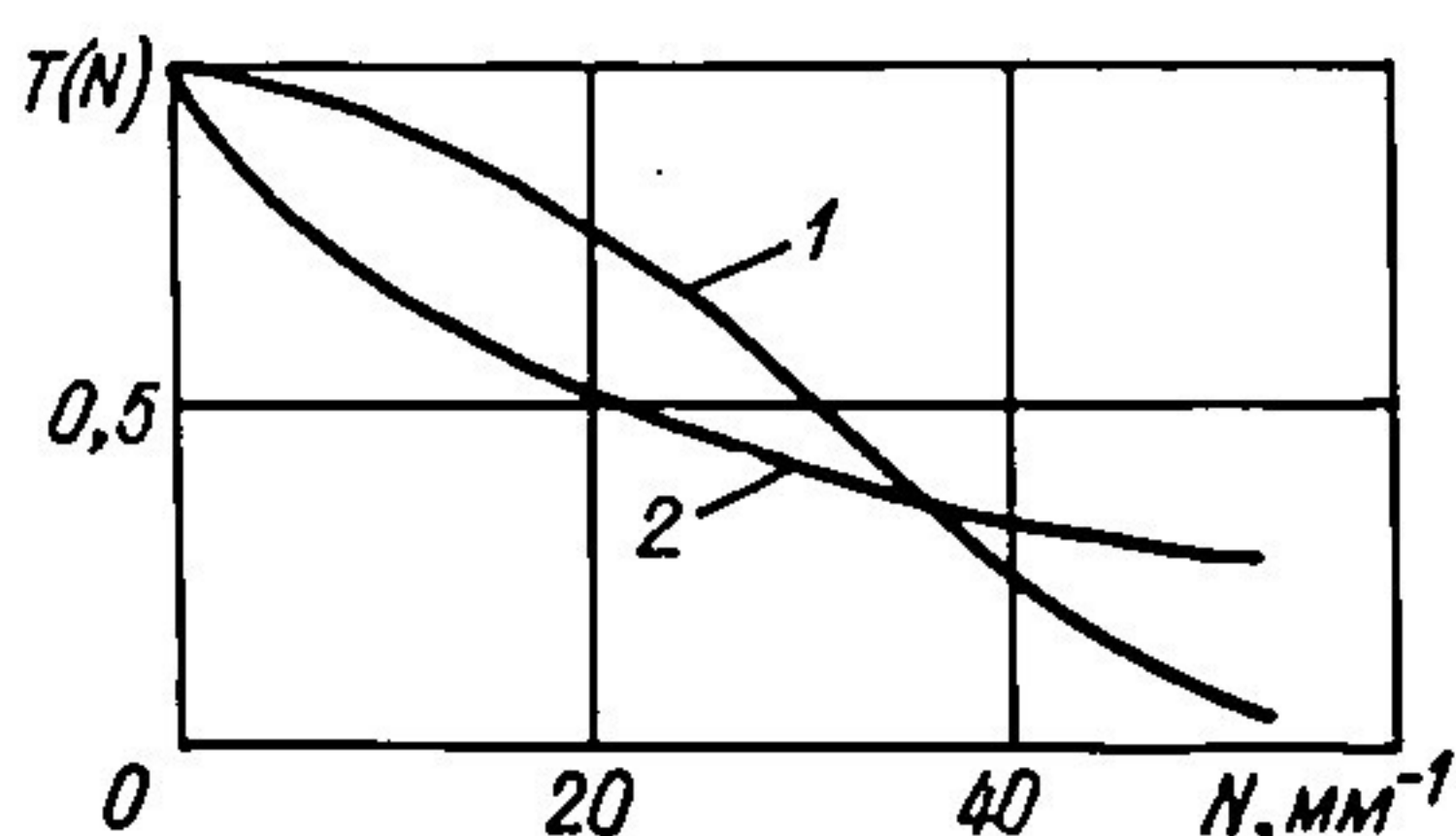
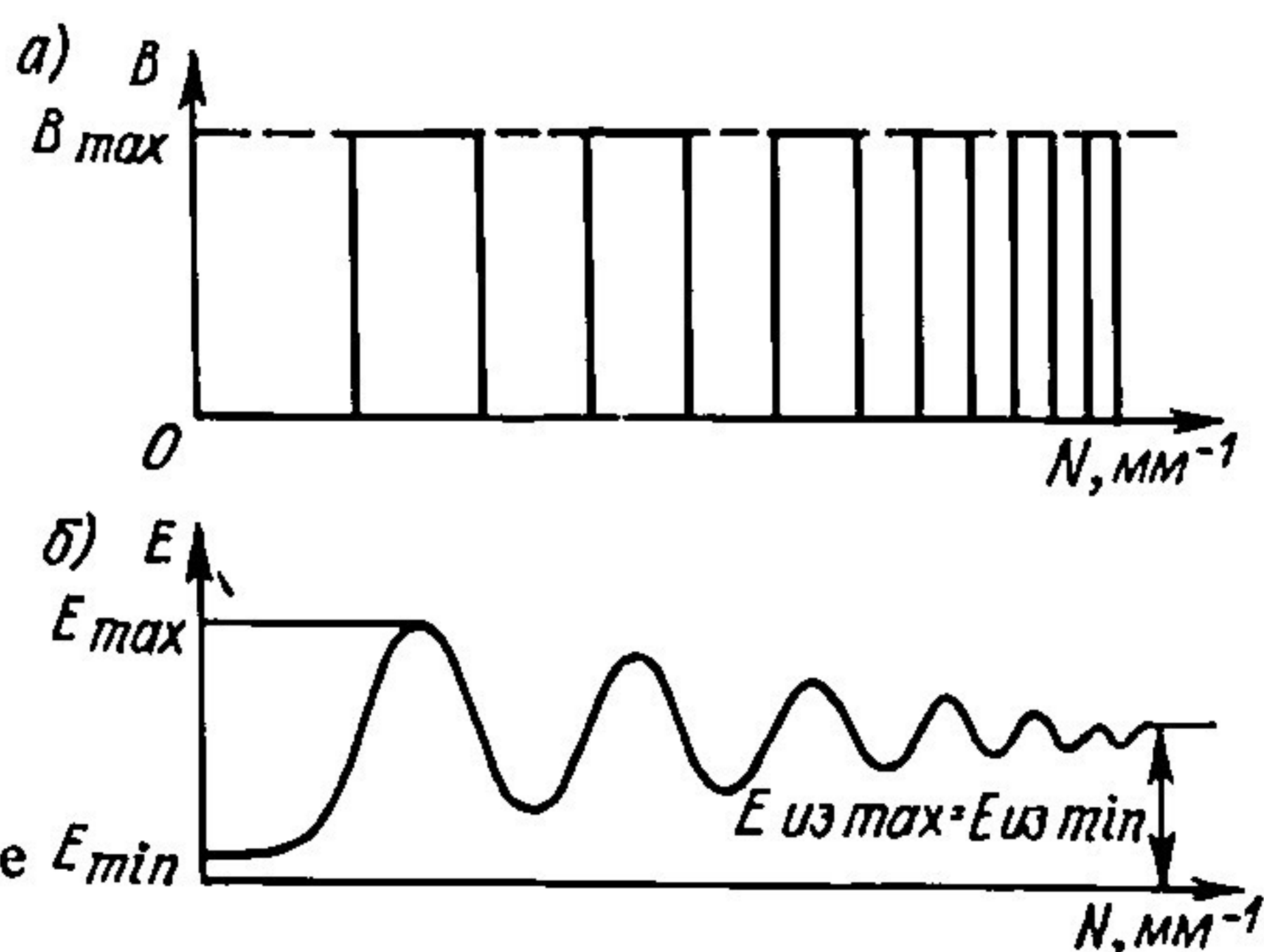


Рис. 3.14. Графики ФПМ двух объективов

Рис. 3.15. Тест-объект (а) и его изображение испытываемым объективом (б)



Однако фотографическая разрешающая сила не может в достаточной мере характеризовать качество реального фотографического изображения, особенно для объективов с большими остаточными aberrациями. Практика показывает, что два киносъемочных объектива, обладающие одинаковым предельным разрешением, могут давать различные изображения при эксплуатации [124].

Недостатками принятия в качестве критерия разрешающей силы является то, что, во-первых, разрешающая сила зависит от контраста тест-объекта, во-вторых, этой оценкой трудно пользоваться для анализа сложных оптических систем, работающих с разными приемниками изображения.

Тем не менее разрешающая сила является важнейшей и достаточно информативной характеристикой качества объективов, используемых для киносъемки.

Определение функции передачи модуляции (частотно-контрастной характеристики). Функция передачи модуляции (ФПМ) или, как ее принято чаще называть, частотно-контрастная характеристика (ЧКХ) объектива характеризует отношение контраста изображения решетки к контрасту самой решетки в зависимости от ее пространственной частоты, иначе говоря, зависимость коэффициента передачи контраста (КПК) или коэффициента передачи модуляции (КПМ) от пространственной частоты решетки, т.е. от числа полос (линий) на 1 мм в изображении мира. Функция передачи модуляции является модулем комплексной функции передачи контраста, или оптической передаточной функции (ОПФ), а изменение фазы ОПФ показывает фазовая контрастная характеристика.

На очень малых пространственных частотах изображений КПМ близок к единице. С увеличением частоты происходит потеря контраста изображения по отношению к объекту, т.е. КПМ уменьшается и при некоторой предельной частоте обращается в нуль. Эта предельная частота определяет разрешающую силу объектива (рис. 3.14).

При таком подходе объектив можно рассматривать как фильтр изображений низких частот, так как он способен давать изображение решеток с частотой, не превышающей частоты, соответствующей разрешающей силе. ФПМ объектива можно определить различными методами

[32], применяя фотометрический способ получения данных. Можно использовать как синусоидальную, так и более привычную и простую миру с прямоугольными (П-образными) элементами решетки (рис. 3.15). Зная ФПМ отдельных звеньев сложной системы передачи изображения, общую ФПМ всей системы (если ее можно считать линейной) получают простым перемножением ординат отдельных характеристик. В этом проявляется основное достоинство данного метода.

В целом, сравнивая характеристики разрешающей силы и функции передачи модуляции, можно констатировать, что они не противоречат друг другу. Разрешающая сила характеризует возможность различения и распознавания предельно малых деталей объектов. Функция передачи модуляции является более общей и информативной характеристикой, определяя возможность распознавания объектов разных размеров, для чего необходимо знание оптических свойств объектива в широком спектре пространственных частот.

Вместе с тем можно иметь два объектива с близкими или даже одинаковыми кривыми ФПМ, но с различными оптическими качествами, или два объектива могут обладать одинаковой разрешающей силой, но иметь существенно различный вид графиков ФПМ, т.е. обладать разными контрастами изображений в диапазоне пространственных частот, меньших предельных [32].

Попытки заменить графическое представление ФПМ одним каким-либо числом — отношением площади графика, ограниченного кривой ФПМ, к максимальной площади; значением пространственной частоты, при которой КПК объектива снижается до предельного значения, еще обеспечивающего совместно с приемником изображения возможность воспроизведения деталей объекта в рабочем диапазоне пространственных частот; значением критической пространственной частоты, при которой ФПМ уменьшается в e раз (т.е. при $K = 0,368$), не привели к удовлетворительному для всех случаев результату.

Для практического использования в кинематографии удобен график, где представлено *семейство кривых ФПМ*, построенных для разных углов поля зрения. По оси абсцисс откладываются в этом случае углы поля зрения (или линейные размеры изображения), а по оси ординат — пространственные частоты для данных значений КПК. Параметром семейства кривых является значение КПК (например, 10, 20, 30 % и т.д.) (рис. 3.16) [32].

Метод пограничной кривой. Одним из критериев оценки резкости фотографического изображения может служить *пограничная кривая*, или *кривая перехода*, выражающая пограничную нерезкость [101], или распределение оптической плотности D на краю фотографического изображения в направлении, перпендикулярном к границе.

Определяют такую кривую экспериментально — микрофотометрированием изображения на киноплёнке границы большого перепада оптической плотности почернения.

Ход пограничной кривой зависит от качества объектива: у лучших объективов пограничная кривая имеет крутой наклон и более короткие

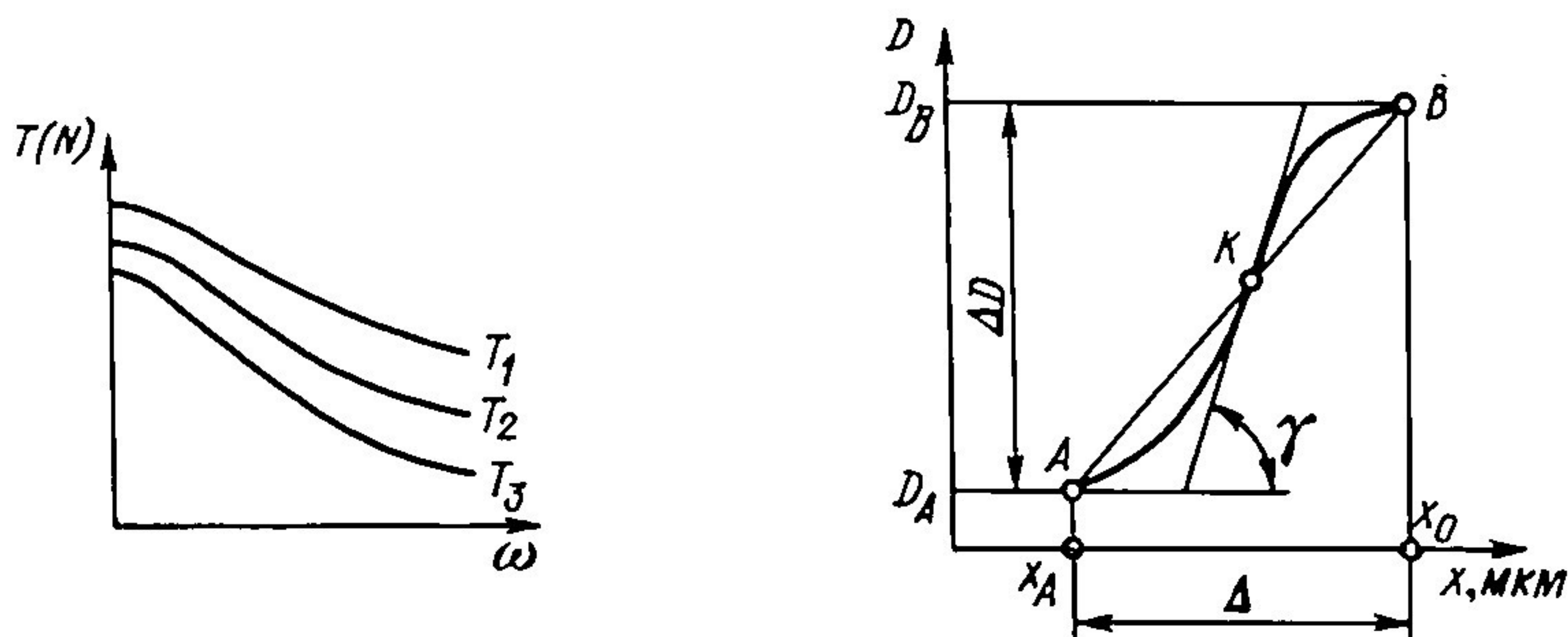


Рис. 3.16. Характеристика объектива по полю семейством кривых ФПМ

Рис. 3.17. Пограничная кривая распределения почернения фотослоя

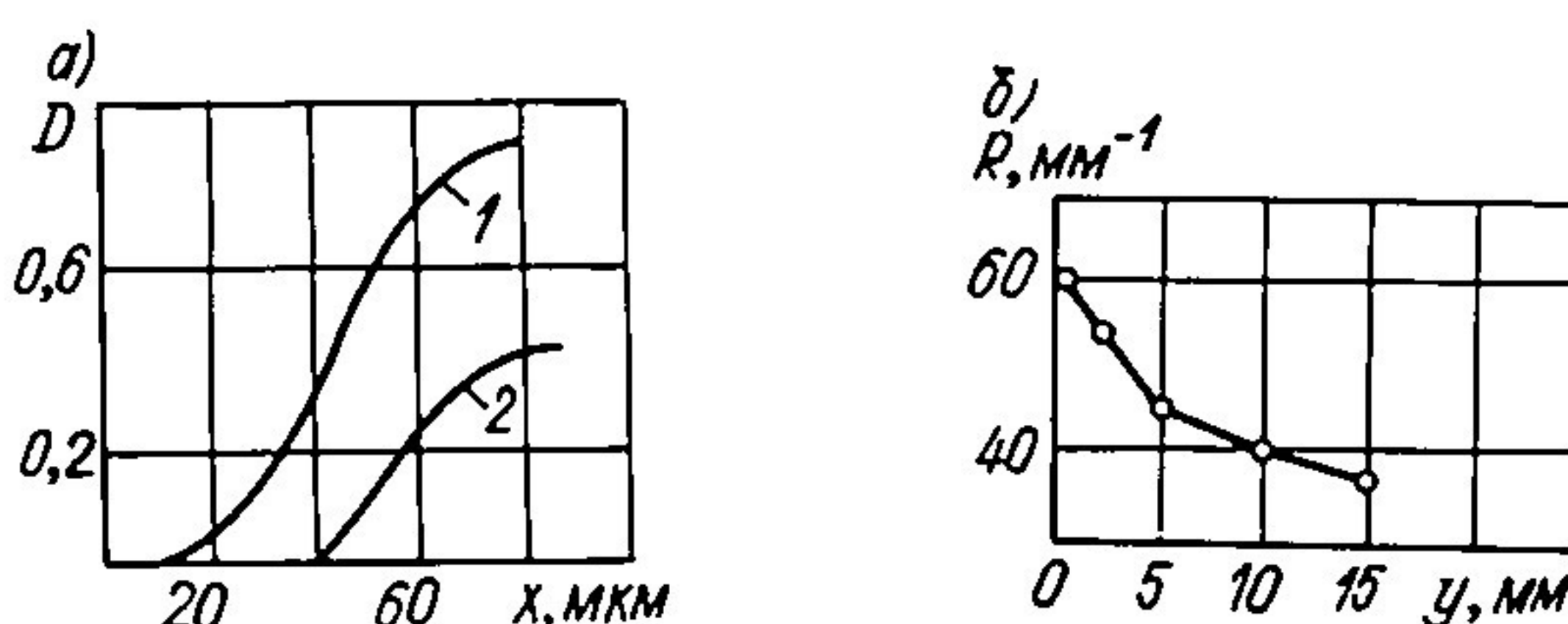


Рис. 3.18. Пограничные кривые (а) и фотографическая разрешающая сила (б) кино-съемочного объектива ОКС 1-50-1 ($f' = 50$ мм) в центре (1) и по краям (2) кадра

участки нижнего и верхнего загибов; по мере ухудшения качества объективов кривая становится более пологой, а нижний и верхний криволинейные участки удлиняются.

Известно несколько способов оценки формы пограничной кривой [112, 124, 202] (рис. 3.17): по протяженности зоны перехода; по наклону прямолинейной части кривой; по среднеквадратичному градиенту; по отношению среднеквадратичного градиента к разности наибольшей и наименьшей плотностей, которое называется "остростью" изображения; по произведению максимального градиента на максимальную разность плотностей.

Результаты испытаний некоторых объективов методом пограничной кривой с использованием протяженности переходной зоны нерезкости Δ

Таблица 3.3

Показатели пограничной кривой и разрешающая способность

Марка объектива	f' , мм	ϵ	$2\omega',^\circ$	R , мм $^{-1}$		Δ , мкм		$\text{tg } \gamma$	
				Центр	Край	Центр	Край	Центр	Край
ОКС 1-50-1	50	1:2	30,5	59	38	76	45	3,1	2,1
ОКС 1-75-1	75	1:2	20,5	51	28	74	81	3,5	2,1

и наклона прямолинейной части кривой (выраженного значением тангенса угла наклона $\operatorname{tg} \gamma$) показаны в сравнении с классическим критерием разрешающей силы [124] в табл. 3.3 и на рис. 3.18 [124].

Метод оценки качества киносъемочного объектива с помощью пограничной кривой можно использовать в лабораторной практике, хотя критерий "острости" изображения и критерий разрешающей способности не всегда коррелируют [112, 202].

3.1.5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Конструкция киносъемочного объектива определяется его оптической схемой, числом и видом оптических компонентов и линз, их геометрическими параметрами, материалами, типом оправы, диафрагмы и способом изменения переменных параметров объектива. Рассмотрим кратко основные конструктивные характеристики современных киносъемочных объективов.

Оптическая схема объектива. Оптическая схема дает значительную информацию о конструкции объектива, а именно о числе оптических компонентов и отдельных линз и их взаимном расположении (симметричное, несимметричное, полусимметричное); расположении диафрагмы; основных геометрических параметрах линз (форма, толщина, диаметр); длине оптической части объектива и основных отрезков.

На рис. 3.19, а приведена в качестве примера оптическая схема серийного объектива ОКС 7-28-1 [83]. На ней указаны оптическая длина объектива Σd и заднее вершинное расстояние S' .

Объективы с переменным фокусным расстоянием имеют значительно более сложную оптическую схему (рис. 3.19, б) [51]. Часть светового потока с помощью светоделительной призмы с полупрозрачным зеркалом 3 отводится в визирное устройство 5, позволяющее использовать объектив с кинокамерой, не имеющей зеркального obturator. Светоделительное устройство может быть встроено в объектив и для отвода части светового потока на мишень передающей трубки ТВ-визира (как это сделано, например, в объективе ОПФ 10-1).

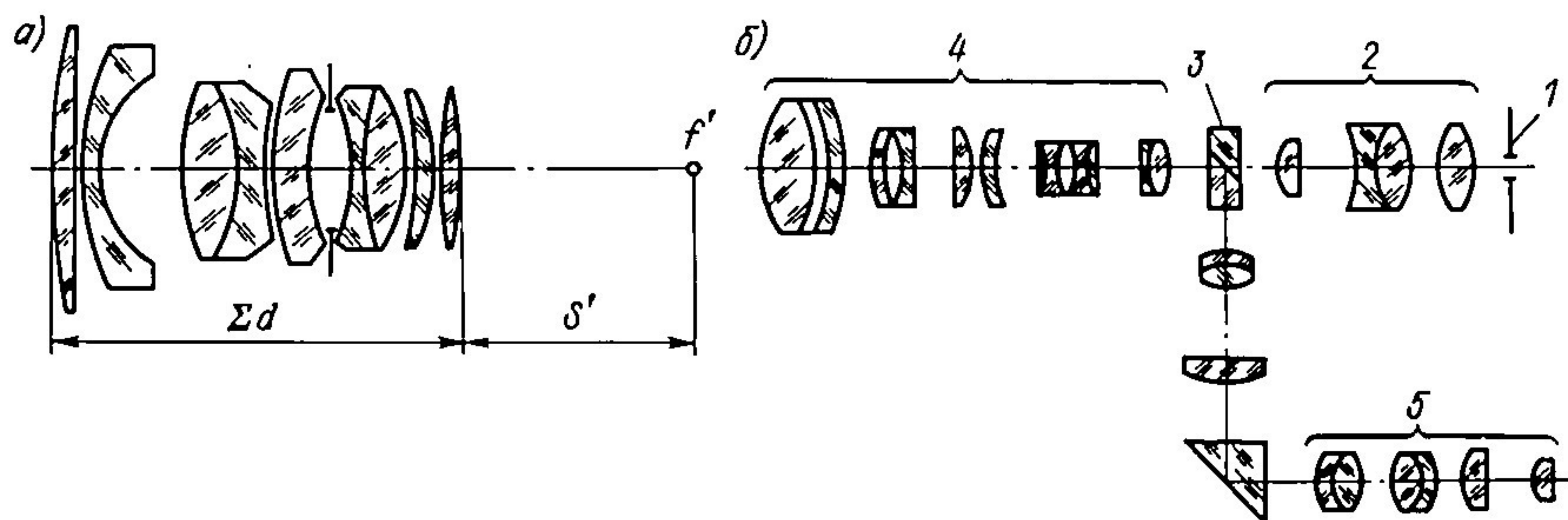


Рис. 3.19. Оптические схемы объективов ОКС 7-28-1 (а) и "Ленар-2" (б) с визирным устройством:

1 — кадровое окно; 2 — объектив с постоянным фокусным расстоянием; 3 — светоделительное устройство; 4 — афокальная насадка переменного увеличения; 5 — визир

Оптические схемы ОПФ (для телекамер, например) могут строиться по модульному принципу — с использованием одинаковых компонентов (модулей) в конструкциях с различными техническими характеристиками [171].

Материалы и геометрические параметры линз. В настоящее время набор оптических материалов, используемых в качестве оптических сред в объективах, достаточно широк и постоянно пополняется. В основном это *оптические стекла* — флинты и кроны — с большим диапазоном параметров преломления и дисперсии света.

Например, фирма "Никон" (*Nikon*, Япония) использовала в своих объективах разработанный ее специалистами новый тип стекла ED (сокращение от англ. *Extra-Low Dispersion* — сверхмалая дисперсия), обеспечивший высокое качество хроматической коррекции и контраста в длиннофокусных объективах [162].

Кроме стекол имеются другие материалы, пригодные для изготовления линз. Прежде всего это кристаллы *флюорита*, которые нашли практическое применение в некоторых объективах (ОКС 9.500-1).

Имеются данные о выпуске в США объектива с асферическими линзами из *метилметакрила*, что позволило резко снизить массу и длину объектива при высоком качестве изображения и высокой светосиле [74]. Недостатки этого материала (малая твердость и гигроскопичность) нейтрализованы полной герметизацией объектива и применением защитной плоскопараллельной стеклянной пластины.

Геометрические параметры линз включают в себя: радиусы сферических поверхностей, толщины и световые диаметры линз. Для асферических поверхностей задается их уравнение.

Диафрагма, оправа, способы изменения переменных параметров объектива. Классическим и практически единственным типом диафрагмы киносъемочных объективов является *ирисовая диафрагма*, позволяющая легко и плавно изменять относительное отверстие объектива.

Оправа объектива, во-первых, скрепляет все элементы объектива в единую жесткую конструкцию, обеспечивающую сохранение положения всех элементов; во-вторых, защищает их от внешних воздействий; в-третьих, обеспечивает точное подсоединение объектива к КСА или к специальной переходной оправе; в-четвертых, несет на себе устройства и механизмы для изменения параметров объектива.

Обычно оправа имеет цилиндрическую форму, выполняется из металла с соответствующей обработкой внутренних и внешних поверхностей, имеет элементы, обеспечивающие крепление объектива к КСА, и необходимую маркировку (названия, шкалы).

Переменными параметрами обычных объективов являются относительное отверстие (диафрагма) и дистанция наводки, а для ОПФ дополнительно — фокусное расстояние.

Регулирование диафрагмы осуществляется за счет вращения кольца на оправе объектива, которое в результате смещает лепестки диафрагмы. Однако для обеспечения большего удобства в работе кинооператора иногда идут на усложнение конструкции диафрагмы, например вводя

так называемую "прыгающую диафрагму," как в зеркальных фотоаппаратах (кинообъективы фирмы "Рэнк Тэйлор Хобсон", Великобритания).

Изменение дистанции наводки объектива обычно осуществляется перемещением объектива вдоль его оптической оси с помощью резьбы, а также специального механизма в переходной оправе [101]. Длиннофокусные объективы ОКС 5-250-1, ОКС 9-500-1, ОКС 4-1000-1 имеют так называемую "внутреннюю фокусировку", что упрощает управление объективами, улучшает их защиту от пыли и снижает габаритные размеры и массу.

Изменение фокусного расстояния в ОПФ осуществляется обычно за счет перемещения каждого подвижного элемента по определенному закону, что обеспечивается с помощью специально рассчитанных криволинейных пазов. Чтобы сделать перемещение подвижных компонентов в ОПФ и других объективах (с внутренним фокусированием) более плавным и легким, в настоящее время применяются шарикоподшипники [98].

Разрабатываются объективы, где узел регулирования параметров объектива с помощью дистанционно управляемого электродвигателя является частью конструкции объектива.

Специальная конструкция оправы с прямоугольной маской перед объективом, примененная, например, в вариообъективах фирмы "Рэнк Тэйлор Хобсон" совместно с антирефлексным покрытием "Варомаг" (*Varomag*), позволяет обойтись без внешней бленды при съемке.

3.1.6. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Габаритные размеры. Очевидно, что габаритные размеры объективов определяются целым рядом характеристик: фокусным расстоянием; углами поля изображения; светосилой; остаточными aberrациями и др., поскольку от них зависит оптическая схема, размеры, число линз, их взаимное расположение. Анализ параметров выпускаемых объективов свидетельствует, что габаритные размеры объективов возрастают по мере увеличения фокусного расстояния и формата кадра, на который рассчитан данный объектив. Кроме того, габаритные размеры дискретных объективов меньше, чем объективов с переменным фокусным расстоянием. Так, объектив 70 ОПФ 6-1 имеет длину более полуметра (650 X X 240 X 270 мм) [98].

Масса. Масса объективов, как и их габаритные размеры, также возрастает по мере увеличения фокусного расстояния, формата кадра. Масса дискретных объективов меньше массы ОПФ. Тот же объектив 70 ОПФ 6-1 имеет массу 19 кг [98]. Массу объектива можно уменьшить за счет применения для изготовления линз более легких марок стекол (примерно на 20–30 % легче обычных [171]), синтетических материалов (например, метилметакрилат [74]), а также за счет облегчения корпуса объектива при использовании магниевых сплавов и более рациональной конфигурации оправ, что снижает массу на 20 % [171]. В работе [74] сообщается о попытке снижения массы объектива за счет применения синтетических материалов и для корпуса объектива.

Условия эксплуатации. Для большинства киносъемочных объективов не существует особых ограничений на их использование в процессе киносъемки.

Некоторые объективы рассчитаны на работу в более тяжелых условиях по температуре и влажности (они являются герметичными, пылевлагонепроницаемыми, что также упрощает уход за ними и увеличивает срок их службы), при ударных нагрузках.

Помимо уже упоминавшихся ранее, в справочниках, каталогах, технических паспортах иногда помещают следующие характеристики: длина объектива, рабочее расстояние, длина блока, наибольший диаметр блока, диаметр задней части оправы, световой диаметр передней линзы, световой диаметр задней линзы, посадочная резьба, расстояние от заднего торца оправы объектива до фокальной плоскости.

3.2. ВИДЫ КИНОСЪЕМОЧНЫХ ОБЪЕКТИВОВ, ИХ ОСОБЕННОСТИ

Для рассмотрения особенностей определенных типов киносъемочных объективов целесообразно разделить их на группы с учетом приведенных выше характеристик.

Классифицировать киносъемочные объективы можно по различным признакам:

по формату киноплёнки, на которую осуществляется киносъемка — 35-мм, 70-мм и 16-мм форматы;

по системе кинематографа — обычный, широкоэкранный с анаморфированием кадра, широкоэкранный с кашетированием;

по фокусному расстоянию — нормальные, короткофокусные, длиннофокусные;

по возможности изменения фокусного расстояния — с постоянным (дискретные) и переменным фокусным расстоянием (ОПФ, панкратические);

по светосиле — нормальные, светосильные, особосветосильные (сверхсветосильные);

по углу охвата снимаемого пространства — нормальные, широкоугольные, сверхширокоугольные;

по степени снижения световых потерь — с обычным, с многослойным просветлением;

по степени устранения aberrаций — астигматы, анастигматы, ахроматы, апохроматы и др.;

по назначению — обычные, мягкорисующие, для макросъемок, с увеличенным задним отрезком;

по способу управления параметрами — с местным управлением, с дистанционным сервоуправлением;

по виду линз — сферические, асферические и т.д.

Отечественная оптико-механическая промышленность выпускает для киносъемок обычных, широкоэкранных, широкоформатных и других

фильмов на 35-мм, 70-мм и 16-мм киноплёнках широкую номенклатуру объективов.

О некоторых характеристиках тех или иных объективов уже говорилось в п.3.1, поэтому далее будут рассмотрены только особенности и тенденции совершенствования основных, важных с эксплуатационной точки зрения групп киносъёмочных объективов.

3.2.1. ОБЪЕКТИВЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ОБЫЧНЫХ ФИЛЬМОВ
НА 35-ММ КИНОПЛЕНКЕ

Основные технические характеристики выпускаемых в СССР киносъёмочных объективов наиболее распространенной группы — обычных или аксиально-симметричных для съёмки на 35-мм киноплёнку — приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4.

Основные технические характеристики объективов для киносъёмки по обычной системе кинематографа и с кашетированным кадром на 35-мм киноплёнке

Марка объектива	f' , мм	ϵ_r	$\epsilon_{эфф}$	R , мм ⁻¹		E_k/E_c , %
				Центр	Край	
ОКС 6-10-1	10	1:2,8	—	60	25	30
ОКС 1-18-1	18	1:2,8	1:3,2	64	30	25
ОКС 5-18-1	18	1:2,5	1:3,2	68	30	25
ОКС 1-22-1	22	1:2,8	1:3,4	66	35	30
ОКС 3-22-1	22	1:2,0	1:2,5	50	25	25
ОКС 4-22-1	22	1:2,8	—	76	35	40
ОКС 5-22-1	22	1:1,4	—	70	32	—
ОКС 7-28-1	28	1:2,0	1:2,3	53	32	43
ОКС 10-28-1	28	1:1,2	—	82	44	30
ОКС 11-35-1	35	1:2,0	1:2,4	55	25	50
ОКС 12-35-1	35	1:1,4	—	50	25	30
ОКС 14-35-1*	35	1:3,5	—	82	38	40
ОКС 1-50-6	50	1:2	—	55	30	40
ОКС 11-50-1	50	1:1,2	—	50	35	30
ОКС 1-65-1*	65	1:4,5	—	82	44	40
ОКС 6-75-1	75	1:2	1:2,3	54	36	72
ОКС 14-75-1	75	1:1,4	1:1,6	52	30	—
ОКС 1-90-1*	90	1:4,5	—	72	42	40
ОКС 2-100-2	100	1:2,8	1:3,2	57	47	62
”Юпитер-II”	135	1:4	1:4,3	53	50	74
ОКС 1-150-1	150	1:2,8	1:3,2	50	35	80
ОКС 1-200-1	200	1:2,8	1:3,2	47	32	80
ОКС 2-200-1	200	1:5	1:5,2	36	10	86
ОКС 5-250-1	250	1:2,8	1:2,9	40	30	86
ОКС 1-300-1	300	1:3,5	1:4	33	28	90
ОКС 2-300-1	300	1:5	1:5,3	44	11	93
ОКС 9-500-1	500	1:5,3	1:5,9	42	33	95
ОКС 5-750-1	750	1:8	1:9,9	30	20	95
ОКС 4-1000-1	1000	1:11	1:12,2	30	20	97
ОКС 5-1000-1	1000	1:6,3	1:7	30	30	—

* Для макросъёмок.

Несмотря на то, что в таблице не приведены (чтобы сделать ее более компактной) некоторые из перечисленных в предыдущем разделе характеристик, она показывает, как велико разнообразие параметров объективов.

Следует заметить, что основные оптические характеристики объективов находятся в определенном противоречии [32]: повышение светосилы приводит к необходимости уменьшения поля зрения, увеличение фокусного расстояния вызывает необходимость ограничения других оптических характеристик в целях сохранения высоких оптических качеств объектива.

Некоторым ориентиром здесь может служить то, что хорошие съёмочные объективы обладают свойством инвариантности основных оптических характеристик, которые связаны следующим эмпирическим соотношением [32]:

$$\epsilon = \operatorname{tg} \omega \sqrt{f'/100} = C_m,$$

где C_m — некоторая постоянная (для большой группы объективов).

Величина C_m зависит от фотографической разрешающей способности системы объектив — киноплёнка, от допустимого падения освещённости изображения по полю, от степени сложности (числа линз) оптической системы объектива и от некоторых других условий.

У современных объективов-анастигматов C_m составляет 0,22—0,24 (если f' измеряется в миллиметрах) при условии, что фотографическая разрешающая способность в пределах основной части поля составляет примерно 25 мм^{-1} . Освещённость изображения по полю уменьшается в 2 раза, а у особоширокоугольных объективов — 3—4. Оптические схемы сложные (7—9 и более линз). С развитием и совершенствованием оптико-механической промышленности величина C_m будет возрастать.

Из приведенных в табл. 3.4 объективов целесообразно отметить некоторые, выделяющиеся своими характеристиками.

Так, несомненным успехом является создание *сверхсветосильных объективов* ОКС 5-22-1, ОКС 11-50-1, ОКС 12-35-1, ОКС 14-75-1.

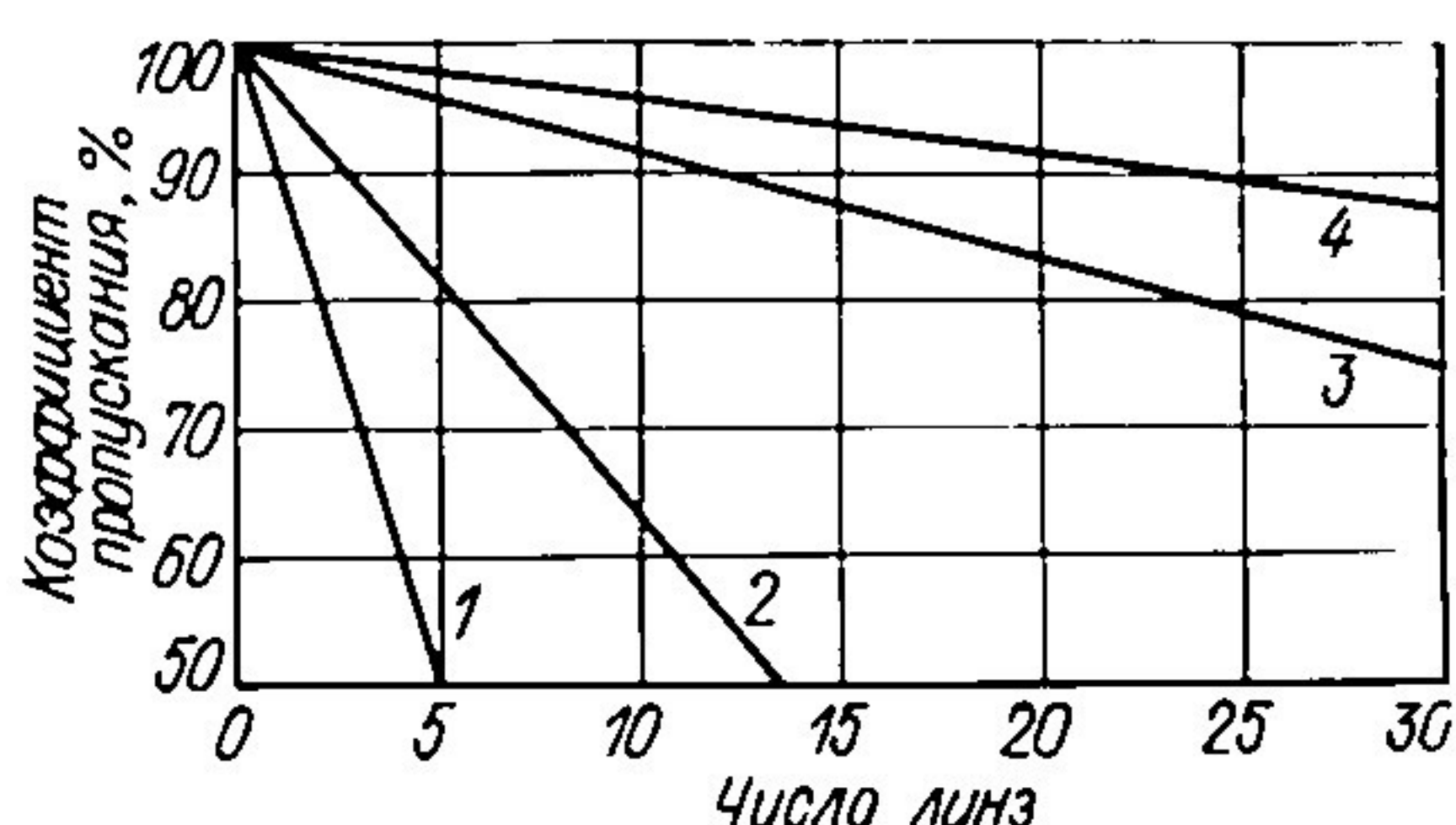
Длиннофокусные объективы-апохроматы, образующие унифицированный ряд (ОКС 5-250-1, ОКС 9-500-1, ОКС 5-750-1, ОКС 4-1000-1), позволяют получать изображение более высокого качества за счёт апохроматической коррекции с использованием кристаллов флюорита.

Объективы с *увеличенным задним вершинным расстоянием* ОКС 5-18-1, ОКС 3-22-1, ОКС 5-22-1, ОКС 7-28-1, ОКС 10-28-1, ОКС 11-35-1 предназначены для применения в КСА с двумя obturators.

Рассмотрим основные тенденции совершенствования 35-мм объективов, обусловленные повышением требований к качеству изображения кинофильмов и удобству эксплуатации [10, 127].

Повышение светосилы киносъёмочных объективов имеет большое значение в фильмопроизводстве, так как наряду с использованием высокочувствительной киноплёнки способствует расширению возможностей кинооператоров. Например, объектив М1 с $f' = 50 \text{ мм}$ фирмы "Анженье"

Рис. 3.20. Зависимость коэффициента пропускания от числа линз для объективов без просветления (1), с одно- (2), трех- (3) и тринадцатислойным (4) просветлением



(*Angenieux*, Франция) имеет относительное отверстие $1 : 0,95$ [44]. Конечно, речь должна идти не просто об увеличении светосилы, а о ее увеличении при сохранении рациональных качественных и массогабаритных показателей объектива.

Это достигается, в частности, за счет применения новых стекол и кристаллов, обладающих высокой прозрачностью, различными коэффициентами преломления и показателями дисперсии (числами Аббе) [32]. Поиск оптимального варианта оптической схемы и конструкции объектива ведется с помощью ЭВМ. И все же эта мера связана с усложнением конструкции, увеличением числа линз и световых потерь.

Многослойное просветление объективов всех видов, как уже указывалось, приводит к снижению световых потерь и, следовательно, к повышению реальной светосилы [139]. Эффективность многослойного просветления показывает рис. 3.20 [28]. Благодаря такому покрытию световые потери на каждой поверхности стекла снижаются до 0,2 %. Однако технология многослойных просветляющих покрытий, таких как MRL (*Multi Rolle Lens* – “Мульти Ролле лenz”) фирмы “Рэнк Тэйлор Хобсон”, SSC (*Super Spectra Coated* – “Супер спектра коатид”) фирмы “Кэнон”, EBC (*Electron Beam Coating* – “Электрон Бим коатинг”) фирмы “Фуджи” (*Fuji*) очень сложна. Как уже упоминалось, многослойное просветление улучшает также спектральную характеристику пропускания объектива (см. рис. 3.6) и приводит к устранению рефлексов (покрытие “Варомаг” фирмы “Рэнк Тэйлор Хобсон”).

Применение асферических преломляющих поверхностей вблизи апертурной диафрагмы объектива позволяет увеличить относительное отверстие объектива, так как обеспечивает более совершенную коррекцию сферической аберрации как осевого, так и широких наклонных пучков лучей [32].

Увеличение углов поля зрения объектива при высокой светосиле и приемлемых массогабаритных показателях должно обеспечиваться при сохранении высокой разрешающей силы, небольшом виньетировании и хорошей коррекции дисторсии. Решение этой трудной задачи возможно прежде всего за счет использования новых марок стекол и кристаллов и асферических поверхностей [32]. Так, например, особоширокоугольный объектив “Тэжеа” (*Tegea*) фирмы “Киноптик” (*Kinoptik*, Франция) с асферической поверхностью имеет $f' = 9,8$ мм, относительное отверстие $1 : 1,8$, длину 154 мм, а особоширокоугольный объектив фирмы “Кэнон” с $f' = 7,5$ мм имеет относительное отверстие $1 : 5,6$ [44].

Увеличение фокусных расстояний, как и других параметров объектива, должно, конечно, достигаться при сохранении достаточно высоких качественных и массогабаритных показателей. Эта задача еще более осложняется тем, что одновременно желательна высокая светосила объективов.

Обычно считают [32], что у относительно светосильных длиннофокусных объективов с достаточно хорошей коррекцией кривизны поля общая длина объектива составляет 75—85 % от фокусного расстояния. Для расширения творческих возможностей кинооператоров разрабатываются все более длиннофокусные объективы (например, создан отечественный объектив с $f' = 2000$ мм [83]). Добиться этого удастся за счет применения:

новых марок стекол и кристаллов, обеспечивающих более совершенное исправление аберраций (в отечественных объективах ОКС 5-250-1, ОКС 9-500-1, ОКС 5-750-1, ОКС 4-1000-1 и в объективе FD фирмы "Кэнон" [83] за счет применения кристаллов флюорита Ca F_2 благодаря соответствующей характеристике дисперсии удалось сильно ослабить вторичный спектр);

многослойного просветления, которое увеличивает интегральное светопропускание, эффективное относительное отверстие, улучшает спектральную характеристику пропускания (т.е. цветопередачу) и снижает светорассеяние в объективе, повышая контраст изображения;

так называемых плавающих линз (*floating elements*), что обеспечивает в процессе фокусирования изменение расстояния между компонентами объектива и, как следствие, автоматическую коррекцию аберрации системы [44].

В целом, например, длиннофокусные объективы фирмы "Кэнон" имеют следующие показатели:

	FL (апохромат)	FD	FL
f'	500	800	1200
Относительное отверстие	1 : 5,6	1 : 5,6	1 : 11
Масса, кг	2,7	4,3	6,2

Длина составляет у всех 0,6—0,7 от f' [44]. Легко убедиться во влиянии светосилы объектива на его массогабаритные показатели, сравнив характеристики двух объективов фирмы "Канон" с апохроматической коррекцией, имеющих одинаковое фокусное расстояние (300 мм):

	FL	FD
Относительное отверстие	1 : 5,6	1 : 2,8
Масса, кг	0,85	1,9
Длина, мм	198	230

Улучшение конструктивных показателей возможно за счет применения асферических поверхностей (обычно приводит к уменьшению числа линз в объективе, что упрощает общую конструкцию

объектива и снижает его массу) и так называемой *внутренней фокусировки*, как в новых отечественных длиннофокусных объективах, где при наводке на различные дистанции смещается лишь один компонент объектива. Внутренняя фокусировка позволяет сохранить неизменными общую длину объектива и положение центра тяжести, ввести автоматическое регулирование коррекции объектива, добиться пылевлагонепроницаемости.

Для *улучшения эксплуатационных показателей* разработчиками принимаются различные меры. В частности, в крупногабаритных объективах фирмы "Кэнон" применена особая *наружная отделка оправы*, что способствует значительному снижению нагрева объективов при съемках на солнце [44].

По мнению некоторых кинооператоров-хроникеров, введение в конструкцию объективов устройств *фиксации* или *ограничения поворота диафрагмы* также повысило бы эксплуатационные удобства.

3.2.2. ОБЪЕКТИВЫ-АНАМОРФОТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ШИРОКОЭКРАННЫХ ФИЛЬМОВ НА 35-ММ КИНОПЛЕНКЕ

Киносъемочные объективы-анаморфоты выпускаются для производства широкоэкранных фильмов с анаморфированным кадром на 35-мм киноплёнке. Поскольку со времени своего появления (в первой половине 1950-х гг.) эти фильмы составляли и составляют в настоящее время значительную часть всей кинопродукции, развитию объективов-анаморфотов уделялось большое внимание.

Как известно, существуют следующие разновидности объективов-анаморфотов:

анаморфотные объективы, собранные в общий конструктивный блок, состоящий из обычного сферического объектива и стоящей перед ним афокальной анаморфотной насадки (обозначаются шифром БАС — блок анаморфотный съемочный);

анаморфотные насадки, сочленяемые с обычным объективом непосредственно на КСА (обозначаются шифром НАС — насадка анаморфотная съемочная), что позволяет одну насадку применять с несколькими объективами, имеющими различные фокусные расстояния.

Длиннофокусные объективы с анаморфотными насадками, расположенными в их заднем отрезке, имеют, как и обычные объективы, шифр ОКС, но с буквой А в конце шифра.

При любом варианте исполнения анаморфотная система имеет две взаимно перпендикулярные плоскости симметрии — *горизонтальную* и *вертикальную*, в каждой из которых она имеет различные значения фокусного расстояния, масштаба изображения и углов поля зрения.

Степень анаморфирования определяется соотношением линейных увеличений системы в горизонтальной и вертикальной плоскостях и выражается *коэффициентом анаморфирования* (анаморфозой) *А*. Для

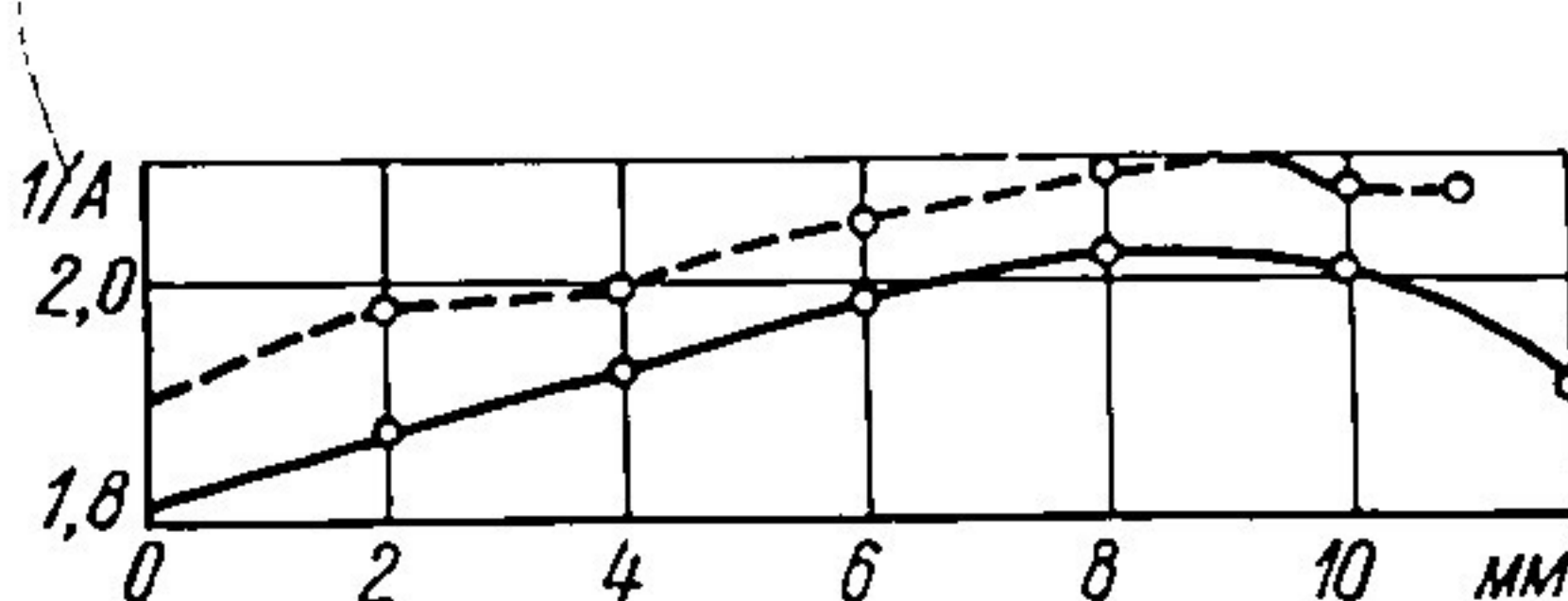
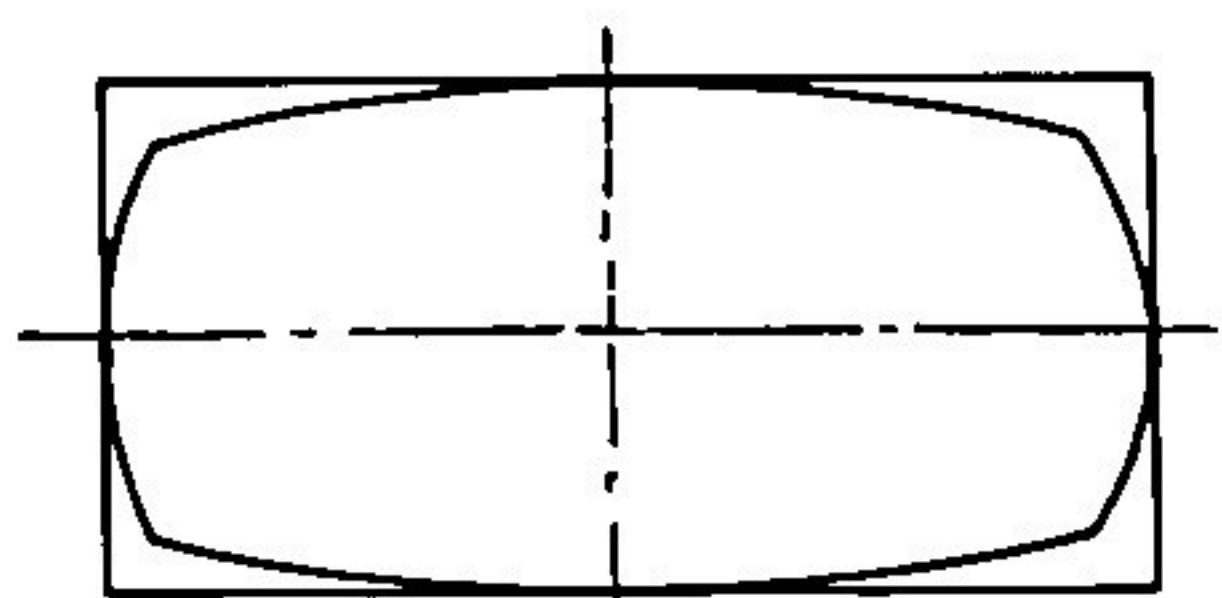


Рис. 3.21. Искривление вертикальных и горизонтальных линий объективом -анаморфотом

Рис. 3.22. График изменения коэффициента анаморфирования $1/A$ по полю кадра (объектив 35 БАС 26-1):

— — $D = 1,1$ м; — — — — $D = 2$ м;

принятого формата изображения на киноплёнке $22,0 \times 18,67$ мм и соотношения сторон изображения на экране $2,35 : 1$ $A = 0,5$, т.е. должно осуществляться двукратное анаморфирование по горизонтали.

Особенностью анаморфотных афокальных цилиндрических систем является наличие следующих дополнительных (по отношению к обычным) искажений формируемого ими изображения.

1. Анаморфоза изменяется при перемещении предмета от центра к краю поля, причем различие ее значений может быть очень существенным и привести к сильным искажениям изображения. Для коррекции этого было предложено [32], чтобы анаморфотные системы имели не нулевую дисторсию, а определенную отрицательную.

2. Анаморфотные системы имеют разную глубину изображаемого пространства в различных сечениях анаморфота.

3. Анаморфотные системы искривляют в изображении вертикальные и горизонтальные линии (рис. 3.21).

Для отражения некоторых специфических свойств анаморфотных систем приводят дополнительные (по сравнению с обычными объективами) характеристики. Главной такой характеристикой является *зависимость коэффициента анаморфирования A (или $1/A$) от угла поля изображения по горизонтали* или чаще — *от расстояния от центра кадра*. На рис. 3.22 приведен пример такой зависимости.

Основные характеристики выпускаемых в СССР объективов-анаморфотов приведены в табл. 3.5. Данные табл. 3.5 свидетельствуют о том, что в распоряжении киностудий имеется широкая номенклатура объективов-анаморфотов, обладающих разнообразными параметрами.

Основными направлениями совершенствования объективов-анаморфотов являются:

повышение светосилы — разработана линейка отечественных сверх-светосильных анаморфотных блоков с различными фокусными расстояниями, что довольно сложно совместить с высокими значениями других параметров (достигнута максимальная светосила $1 : 1,4$); в частности, качество изображения у зарубежных аналогов при полностью открытой диафрагме удовлетворительно только в центре кадра, тогда как по полю наблюдается значительное изменение A : у объектива "Техно-

Основные технические характеристики анаморфотных объективов
для съемки широкоэкранных фильмов

Марка объектива	f' , мм	ϵ_{Γ}	$\epsilon_{\text{эфф}}$	R , мм ⁻¹		$E_{\text{к}}/E_{\text{ц}}$, %	$2\omega'$, °
				Центр	Край		
35 БАС 26-1	22	1:2,8	1:3,6	62	24	42	80,5
35 БАС							
10-2-01	35	1:2,5	1:3	65	23	38	—
35 НАС 10-3	35	1:2,0	—	—	—	—	64
35 БАС 27-1	35	1:2,0	1:2,5	60	22	22	—
35 БАС 22-2	50	1:2,0	1:2,5	—	—	—	47,5
35 БАС 23-2	75	1:2	1:2,5	55	38	70	33
35 БАС 25-1	100	1:2,8	1:3,4	55	32	68	25
35 БАС 2-2	150	1:3,5	1:4,2	33	26	80	17
БАС 39-22-1	22	1:2	—	60	20	40	—
БАС 36-35-1	35	1:1,4	—	60	30	40	—
БАС 35-50-1	50	1:1,2	—	55	28	50	—
БАС 38-75-1	75	1:1,4	—	47	25	65	—

вижн" с $f' = 35$ мм — на 54 %, с $f' = 50$ мм — на 17 %; у объектива "Тодд" с $f' = 35$ мм — на 65 %, с $f' = 50$ мм — на 20 % [44];

уменьшение геометрических искажений изображения (например, за счет применения асферических поверхностей);

улучшение массогабаритных показателей, в частности — за счет использования единых оптических систем (моноанаморфотов) [32].

3.2.3. ОБЪЕКТИВЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ШИРОКОФОРМАТНЫХ ФИЛЬМОВ НА 70-ММ КИНОПЛЕНКЕ

Существующая с конца 1950-х гг. система широкоформатного кинематографа, основанная на использовании 70-мм киноплёнки с форматом кадра 52,5 X 23 мм, потребовала выпуска киносъемочных объективов с необычно большим (для кинематографии) *полем изображения*.

Для описания свойств этих объективов применимы те же характеристики, что и для обычных объективов (табл. 3.6).

Данные табл. 3.6 говорят о том, что кинооператоры могут пользоваться достаточно широким набором объективов для съемки общих, средних и крупных планов (при оценке фокусного расстояния объективов следует учитывать больший по сравнению с 35-мм киноплёнкой размер кадра, т.е. сопоставлять фокусное расстояние с углами поля зрения объектива, приведенными в табл. 3.1).

Кроме представленных в табл. 3.6 объективов имеются также объективы "Киноруссар-6" и "Киноруссар-8" с фокусными расстояниями 12,5 мм и 15 мм соответственно. Они являются *сверхширокоугольными* (углы поля зрения 132 ° и 124 °), что достигнуто за счет применения асферических поверхностей; относительное отверстие 1 : 3,5 [124].

Объективы с такими большими углами поля зрения дают значитель-

Таблица 3.6

Основные технические характеристики киносъемочных объективов для съемки широкоформатных фильмов на 70-мм киноплёнке

Марка объектива	f' , мм	ϵ_{Γ}	$\epsilon_{эфф}$	R , мм ⁻¹		$E_K/E_{ц}$, %
				Центр	Край	
"Кинорус-сар-10"	28	1:3,5	1:3,8	54	20	48
ОКС 4-40-1	40	1:3	1:3,6	62	30	30
ОКС 8-40-1	40	1:2	—	60	27	—
ОКС 1-56-1	56	1:3	1:3,4	67	36	35
ОКС 5-56-1	56	1:2,5	1:2,8	62	27	32
ОКС 4-75-1	75	1:2,8	1:3,2	54	42	50
ОКС 16-75-1	75	1:1,4	—	60	30	25
ОКС 2-100-1	100	1:2,8	1:3,4	52	37	52
ОКС 10-100-1	100	1:1,4	—	30	35	25
ОКС 1-125-1	125	1:2,8	1:3,2	55	28	56
ОКС 2-150-1	150	1:2,8	1:3,2	50	25	62
ОКС 1-200-1	200	1:2,8	1:3,2	47	—	—
ОКС 1-300-1	300	1:3,5	1:4,0	33	—	—
ОКС 4-1000-1	1000	1:11	1:12,2	30	—	—
ОКС 5-1000-1	1000	1:6,3	1:70	30	17	45

ные перспективные искажения (хотя для их уменьшения оставляют некоторую отрицательную дисторсию), и поэтому их можно применять только для съемки таких специальных кадров, где перспективные искажения допустимы или даже желательны.

Поскольку широкоформатные кинофильмы продолжают оставаться наиболее высококачественной в техническом отношении кинопродукцией, то и объективы для съемки этих фильмов необходимо совершенствовать: увеличивать их светосилу, углы поля зрения, повышать качество изображения. Это требует применения новых материалов, новых оптических схем и введения асферических поверхностей [32]. Однако для сверхширокоугольных (с углами более 100 °) и одновременно светосильных объективов даже введение асферических поверхностей не дает нужного качества изображения, если не пойти на увеличение габаритных размеров [32], что, по-видимому, для короткофокусных объективов допустимо.

3.2.4. ОБЪЕКТИВЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ФИЛЬМОВ НА 16-ММ КИНОПЛЕНКЕ

Развитие киносъемочной 16-мм аппаратуры как для профессионального (в основном на телевизионных студиях), так и любительского применения требует, в свою очередь, развития соответствующей киносъемочной оптики.

Основные характеристики объективов для киносъемки на 16-мм киноплёнку приведены в табл. 3.7. Оценивая приведенные данные, следует учитывать различие углов поля изображения объективов для 16-,

Объективы для профессиональной киносъемки на 16-мм пленке

Марка объектива	f' , мм	ϵ_{Γ}	$\epsilon_{\text{эфф}}$	$E_{\text{к}}/E_{\text{ц}}$, %	R , мм ⁻¹	
					Центр	Край
ОКС 1-6-1	5,9	1:1,8	—	27	60	30
ОКС 3-10-1	10	1:1,8	1:2,2	25	58	35
ОКС 3-15-1	15	1:1,8	1:2,1	35	68	40
ОКС 2-20-1	20	1:1,8	1:2,2	50	56	36
ОКС 1-25	25	1:2,5	1:3,4	60	60	34
ОКС 4-50	50	1:2	1:2,5	68	59	40
ОКС 2-75	75	1:2,8	1:3,6	88	55	50
ОКС 9-150-1	150	1:2,7	—	90	50	25
ОКС 7-200-1	200	1:2,8	—	90	50	25
ОКС 6-300-1	300	1:3,5	—	90	50	25

35- и 70-мм фильмов при равных значениях фокусных расстояний (см. табл. 3.1).

Из табл. 3.7 видно, что большинство объективов имеют сравнительно высокие параметры: светосилу, равномерность освещенности по полю кадра, разрешающую способность. Причем объективы как с самыми короткими (5,9 мм), так и с самыми длинными (150, 200 и 300 мм) фокусными расстояниями появились только в самое последнее время.

Создание широкоугольных и светосильных объективов — ОКС 1-7-1, ОКС 1-5, ОКС 9-1, "Супер Тежеа" с $f' = 5,7$ мм фирмы "Киноптик" стало возможным за счет применения асферических поверхностей.

3.2.5. ОБЪЕКТИВЫ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ

Как уже говорилось (см. гл. 1), все более широкое внедрение в практику киносъемок объективов с переменным фокусным расстоянием — одна из важнейших тенденций в современной кинематографии, обусловленная стремлением расширить творческие возможности при киносъемке, повысить удобство в работе.

Во-первых, ОПФ может заменить собой целый набор дискретных объективов с различными значениями фокусного расстояния и позволяет кинооператору в каждом случае подобрать наиболее подходящее фокусное расстояние для съемки того или иного кадра, значительно облегчает и ускоряет поиск объекта съемки и компоновку изображения в кадре (особенно для репортажных или спортивных съемок). При установке ОПФ на самое малое фокусное расстояние получается большая глубина резкости, при которой удобно производить поиск объекта съемки, затем фокусное расстояние увеличивают до получения необходимого масштаба изображения при одновременной наводке на резкость и уточнении границ кадра.

Во-вторых, ОПФ позволяют кинооператору плавно изменять во время съемки масштаб изображения и соответственно угол зрения объ-

ектива, что дает возможность получить эффект наезда или отъезда без перемещения камеры. (Следует отметить, однако, что характер изменения изображения при таких "оптических" наездах и отъездах отличается от того, который достигается при действительном перемещении кинокамеры относительно снимаемого объекта [8, 51]).

Как известно, объективы с переменным фокусным расстоянием (ОПФ) или панкратические выполняются в настоящее время в виде *вариообъективов* с единой оптической системой, которая и рассчитывается как единое целое, тогда как ранее выпускались также *трансфокаторы*, представляющие собой систему из обычного объектива (с постоянным фокусным расстоянием) и расположенной впереди него афокальной насадки переменного увеличения.

Ясно, что при изменении тем или иным способом фокусного расстояния ОПФ плоскость его резкого изображения должна всегда оставаться в одном и том же положении — в плоскости киноплёнки.

Компенсация сдвига плоскости изображения в ОПФ осуществляется соответствующими перемещениями компонентов оптической системы.

Использование сложных по законам движения перемещений подвижных оптических компонентов ОПФ (с изменением расстояний между ними) требует создания механизма перемещения линз по специально рассчитанным криволинейным пазам. Такие объективы называют *ОПФ с механической компенсацией*. При высокой точности работы механической системы перемещения компонентов у таких ОПФ может быть достигнута лучшая компенсация положения плоскости изображения. Кроме того, такие ОПФ могут иметь несколько меньшее число компонентов, а следовательно, габаритные размеры и массу [124].

Учитывая важное значение точного сохранения положения плоскости изображения при изменениях фокусного расстояния, для ОПФ вводят дополнительную характеристику — *график смещения плоскости изображения $\Delta s'$ при изменении фокусного расстояния f'* (рис. 3.23, а). При этом нужно, чтобы отклонения $\Delta s'$ лежали в пределах допустимых значений, в качестве которых принимаются [9]: для ОПФ с относительными отверстиями: 1 : 3,5 — 1 : 3,2 $\Delta s' = 0,07 \div 0,1$ мм, для ОПФ с относительным отверстием 1 : 2,5 $\Delta s' = 0,03 \div 0,05$ мм. (Здесь за нулевую принята совмещенная плоскость наилучшего изображения для наименьшего и наибольшего значений фокусного расстояния, и $\Delta s'$ отсчитывается от нее при всех промежуточных значениях f').

Другой дополнительной характеристикой ОПФ является *зависимость его разрешающей силы R от изменения фокусного расстояния f'* (рис. 3.23, б).

Остальные характеристики ОПФ те же, что и у дискретных объективов, с той разницей, что тот или иной параметр указывается для двух крайних значений диапазона изменения фокусного расстояния. Понятно, что желательно знать значения всех параметров ОПФ и для промежуточных значений его фокусных расстояний, однако это потребовало бы приведения в паспортах или каталогах очень большого числа характеристик.

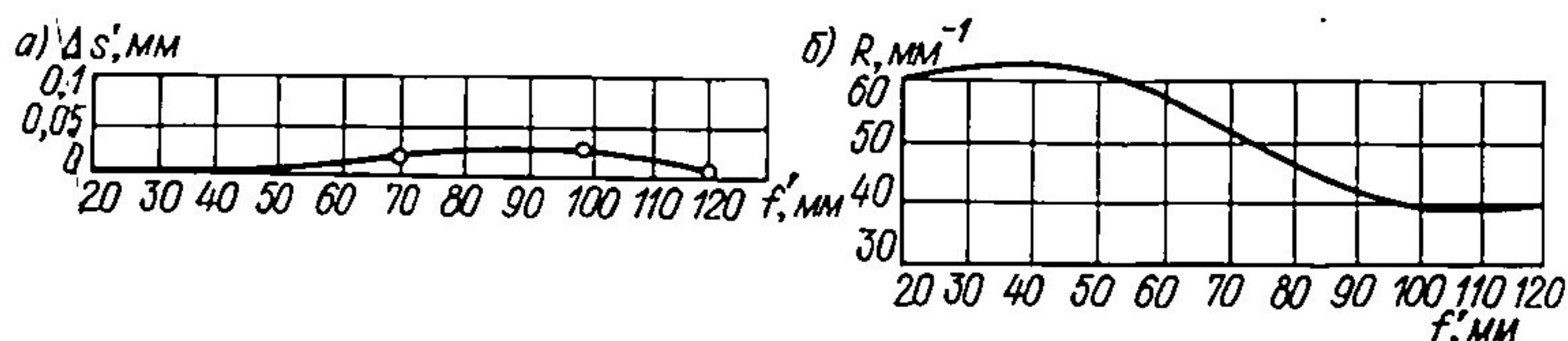


Рис. 3.23. Смещение плоскости изображения (а) и изменение разрешающей силы в центре кадра (б) при непрерывном изменении фокусного расстояния для дистанции 4 м (объектив 35 ОПФ 18-1)

Основные характеристики отечественных ОПФ для съемки фильмов на 35-мм (обычных и широкоэкранных), 70-мм и 16-мм киноплёнках приведены в табл. 3.8. Табл. 3.8 свидетельствует о том, что в распоряжении кинооператоров имеется большое число разновидностей ОПФ для съемки фильмов всех видов, различающихся своими характеристиками. Данные табл. 3.8 показывают также, что в целом ОПФ имеют несколько худшие параметры и, следовательно, дают более низкое качество изображения, чем дискретные. Это является главным недостатком ОПФ, хотя в настоящее время параметры ОПФ улучшаются, и это различие в качестве изображения постепенно уменьшается.

Следует отметить, что, как и в обычных объективах, в ОПФ существует взаимосвязь между отдельными параметрами.

Анализ современных ОПФ показал, что между их оптическими характеристиками — кратностью изменения фокусных расстояний m , относительным отверстием ϵ , максимальным значением фокусного расстояния f'_{\max} и габаритными размерами, в частности длиной системы L_c , — существует приближенная взаимозависимость [210]:

$$f'_{\max} \epsilon / [(L_c - 1,2f'_{\max}) / \sqrt{m}] = C,$$

где C — некоторая константа, значение которой в определенной мере характеризует добротность системы. Оно является достаточно определенным: для лучших современных ОПФ $\sim 0,4$. В первом приближении им можно руководствоваться при выборе оптических характеристик и габаритных размеров ОПФ. Сформулируем некоторые выводы о номенклатуре и путях совершенствования ОПФ.

1. Одной из тенденций развития ОПФ является разработка объективов с *большой* (20 и более) *кратностью изменения фокусных расстояний*. При этом следует принимать во внимание целый ряд фактов.

Во-первых, повышение кратности ОПФ вызывает увеличение числа компонентов и линз (до 20 и более), что приводит, естественно, к снижению светопропускания вследствие световых потерь в объективе ($\tau = 0,6 \div 0,7$) и к снижению реальной светосилы даже при применении эффективного многослойного просветления [44]. Для тех видов киносъемок, где по условиям освещения это возможно (для натуры, например), целесообразно выпускать менее светосильный, но с большей кратностью ОПФ. Для репортажных съемок рекомендуется выпускать максимально светосильный, но малогабаритный и легкий ОПФ даже с неболь-

Таблица 3.8

Основные технические характеристики киносъёмочных объективов с переменным фокусным расстоянием

Марка объектива	f' , мм	ϵ_{Γ}	ϵ эфф	$E_K/E_{\text{ц}}, \%$	$2\omega', ^\circ$	$R, \text{мм}^{-1}$		Масса, кг
						Центр	Край	
Для съемки обычных фильмов на 35-мм кинолентку								
"Фотон"	37-140	1:3,5	1:3,9	66-52	42-11	52-50	24-22	0,83
35 ОПФ 18-1	20-120	1:2,5	1:3,6	8-12	69-13	50-60	15-20	5,8
35 ОПФ 29-1	25-80	1:3	-	30-28	-	70	25-30	0,85
35 ОПФ 9-1	25-100	1:3,5	1:4	36	-	55	20	1,3
35 ОПФ 16-1	25-100	1:3,2	1:4,2	42-32	57-15,5	67-48	27-29	2,1
35 ОПФ 7-1	25-250	1:3,5	1:4,6	54-47	30-12,5	50-34	20-16	2,6
35 ОПФ 15-1	25-250	1:3,2	1:4,1	22-29	60,5-6	46-37	12-17	4,1
35 ОПФ 25-2	25-250	1:3,2	-	42-55	-	60-50	25-27	6,2
35 ОПФ 21-1	25-500	1:3,5; 1:4,5	1:4,4; 1:5,4	42-55	57,5-3	57-27	13-10	17,1
35 ОПФ 28-1	25-750	-	-	-	-	-	-	-
	25-360	1:5,6	1:8	40	-	60-20	25-10	25
	25-750	1:7,5	1:11	40	-	50-20	20-10	-
Для съемки широкоэкранных анаморфированных фильмов на 35-мм кинолентку								
"Фотон-А"	37-140	1:3,5	1:4,4	65-55	-	52-28	20-15	2,8
35 ОПФ 19-1А	40-120	1:2,5	1:3,5	20-38	62-22,5	70-48	30-20	7,3
35 ОПФ 16-1А	50-200	1:4,5	1:6	55-34	51-13,5	45-37	20-23	2,4
35 ОПФ 9-1А	50-200	1:4,5	1:6	54	-	50-36	18	-
35 ОПФ 7-1А	50-500	1:5	1:6,3	60-45	30-12,5	35-25	22-30	2,6
35 ОПФ 15-1А	50-500	1:4,5	1:7,2	47-25	51-5,5	35-27	14-16	4,2

Для съемки широкоформатных фильмов на 70-мм кинолентку							
70 ОПФ 3-1	40-160	1:3,5	1:4,3	52-62	-	60-44	15-9
70 ОПФ 5-1	40-240	1:4,5	1:5,2	32-38	71-135	57-32	20-9
70 ОПФ 7-1	50-100	1:3,5	-	23-25	-	60-50	14-15
70 ОПФ 6-1	525-1000	1:8	1:9-1:16	81	-	45-25	15
							14,5
							-
							12,5
							1,2
							14,5
Для съемки фильмов на 16-мм кинолентку							
16 ОПФ 12-1	10-100	1:2,5	-	44-45	-	70-45	35-25
16 ОПФ 12-1*	75-75	1:2,5	-	42-44	-	80-47	35-30
							1,0
							1,95

* С насадкой 0,75 X

шой кратностью (3–4), например 35 ОПФ 29-1, имеющий $f' = 25 \div 80$ мм, относительное отверстие 1 : 3 и массу 0,85 кг.

Во-вторых, при применении ОПФ с большой кратностью фокусных расстояний приходится считаться с тем, что особенностью таких объективов является *падение светосилы при больших значениях фокусных расстояний*. Объясняется это чисто конструктивными соображениями, так как сохранение светосилы во всем диапазоне изменения фокусных расстояний неизбежно привело бы к увеличению диаметра входного зрачка объектива при максимальном фокусном расстоянии и, следовательно, к слишком большим габаритным размерам и массе ОПФ [11]. Поэтому разработчики ОПФ добиваются, чтобы относительное отверстие оставалось постоянным в некотором диапазоне изменения фокусных расстояний и уменьшалось бы при дальнейшем увеличении фокусного расстояния. Такой характер носят, например, зависимости ОПФ большой кратности (рис. 3.24), что осложняет учет изменения ϵ и приводит к необходимости специальной коррекции этого явления [11].

Так как аналогичная коррекция в КСА невозможна, то такая характеристика с плавным изменением ϵ для кинематографических ОПФ неприемлема. Для таких объективов добиваются получения характеристики со ступенчатой зависимостью ϵ от f' (на рис. 3.24 – штриховая линия).

В-третьих, повышение кратности ОПФ приводит к усложнению его устройства, так как этого достигают чаще всего [11, 172] использованием так называемой *д в у х в а р и а т о р н о й с х е м ы*, где оба вариатора (две пары подвижных компонентов) работают согласованно. Общая кратность такого ОПФ равна произведению кратностей обоих вариаторов.

2. Стремление *увеличить светосилу ОПФ*, что также является одной из тенденций их совершенствования, приводит к увеличению габаритных размеров (общей длины системы, диаметра первого компонента) и массы

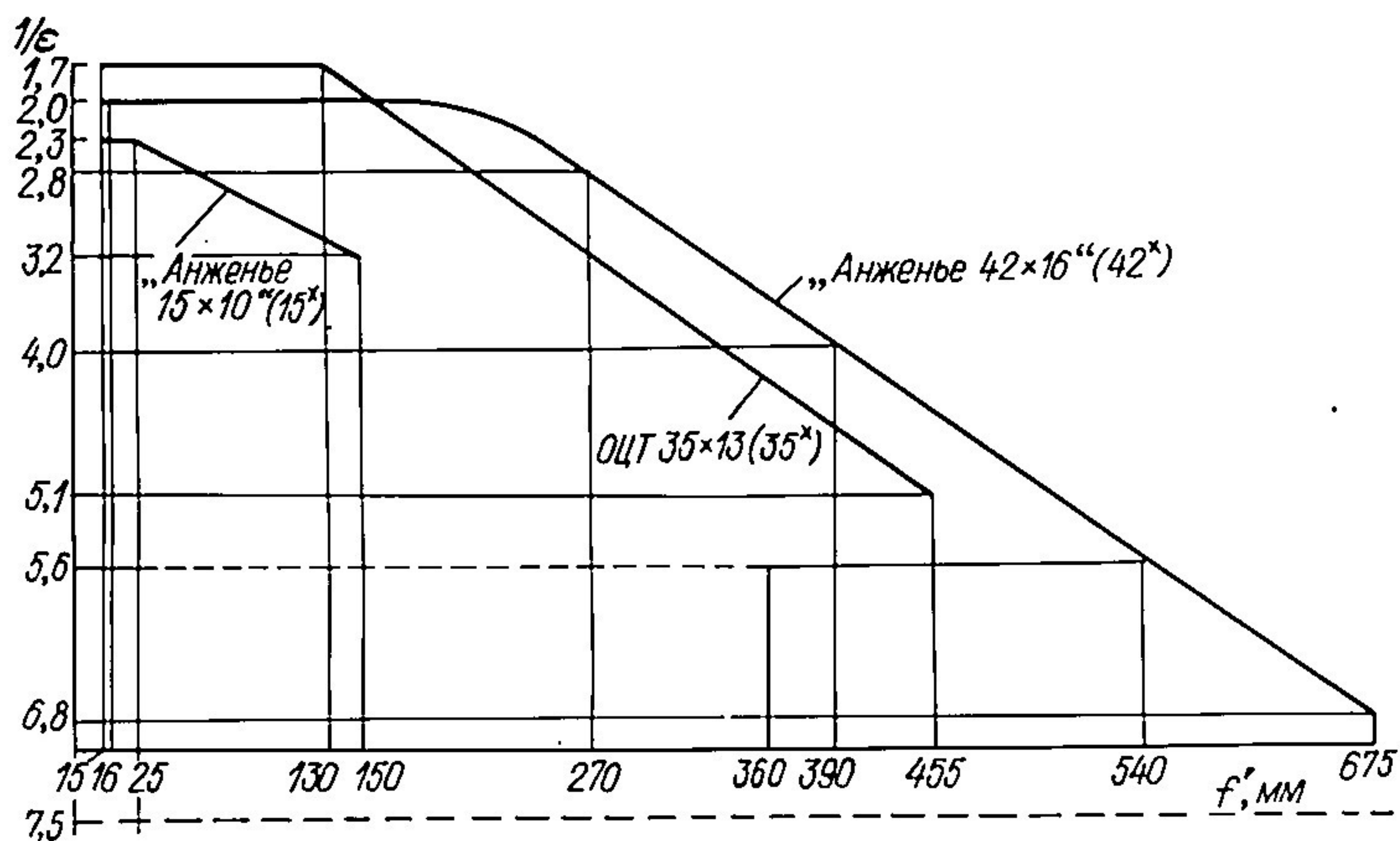


Рис. 3.24. Изменение относительного отверстия ОПФ при увеличении фокусного расстояния вариообъективов

объектива. У новых отечественных ОПФ относительные отверстия достигают значений около 1 : 2 [11].

3. Тенденция к увеличению углов поля зрения ОПФ наталкивается на массогабаритные требования, что заставляет ограничиваться углами порядка 70° [11, 172], при которых диаметр линз первого компонента и, следовательно, масса ОПФ имеют приемлемые значения. Поэтому дальнейшего увеличения угла поля зрения достигают применением специальных афокальных насадок, устанавливаемых перед объективом и имеющих кратность, меньшую 1. Такие насадки выпускаются для многих ОПФ в виде набора с разными значениями кратности.

4. Расширение эксплуатационных возможностей ОПФ может быть достигнуто за счет использования насадок, уменьшающих все значения фокусных расстояний (или увеличивающих угол поля зрения) ОПФ в число раз, соответствующее их кратности, иными словами, сдвигающих диапазон фокусных расстояний ОПФ в сторону меньших значений, не меняя его кратности, либо увеличивающих все значения его фокусных расстояний, т.е. смещающих весь диапазон их изменения в соответствии со своей кратностью (кратность таких насадок больше 1).

Эффективно использование специальных удлинителей — экстендеров, устанавливаемых после объектива (или после его вариаторной части [11]) и смещающих диапазон фокусных расстояний в сторону их увеличения пропорционально своей кратности (экстендеры одновременно уменьшают относительное отверстие также пропорционально кратности).

И, наконец, возможно создание систем, обеспечивающих съемку с малых дистанций (вплоть до макросъемки). Это достигается как за счет усложнения конструкции и массы фронтального компонента системы, так и за счет введения дополнительных подвижек компонентов [11].

5. Тенденция повышения качества изображения, создаваемого ОПФ, заключается в дальнейшем приближении ОПФ по качеству к дискретным объективам. Этого можно достичь, в частности, их апохроматизацией за счет применения новых марок стекол и кристаллов [11]. Высокое качество при съемке широкоэкранных фильмов можно получить только с использованием объектива-анаморфота, а не за счет анаморфотных насадок для ОПФ [44].

6. Совершенствование конструкций ОПФ следует осуществлять, во-первых, за счет обеспечения неподвижного положения первой линзы ОПФ при дистанционной наводке, что позволяет сделать объектив пылевлагонепроницаемым, а также при специальной конструкции передней части оправы ОПФ устанавливать светофильтры вплотную к первой линзе и отказаться от внешней бленды. Во-вторых, необходима унификация отдельных компонентов и узлов ОПФ вплоть до создания модулей для унифицированных семейств (рядов) ОПФ, различающихся техническими характеристиками [11, 171].

4.1. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА КСА

4.1.1. ОПТИЧЕСКИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Под *вспомогательной операторской техникой* будем понимать совокупность всех технических средств, дополняющих КСА и расширяющих его функциональные возможности (в частности, возможности его применения в разнообразных условиях киносъемок), позволяющих повысить качество киноизображения и направленно изменять его характер, улучшающих условия работы кинооператора в процессе киносъемки.

Учитывая это, для удобства дальнейшего рассмотрения вспомогательную операторскую технику целесообразно разделить на устройства и приспособления, непосредственно относящиеся к самому КСА (рис. 4.1.), и технические средства установки (закрепления) и перемещения КСА в пространстве, в том числе киносъемочные опоры и операторский транспорт (рис. 4.2).

Не все перечисленные виды вспомогательных технических средств будут рассмотрены в данной главе. О некоторых из них уже говорилось в гл. 2 (встроенные экспонометрические устройства), другие в настоящее время не представляют существенного интереса (приставные операторские визиры и др.).

Светозащитные устройства. Светозащитные устройства применяются в КСА для защиты от постороннего света, попадающего в объектив и вызывающего снижение контрастности оптического изображения. Для эффективной защиты необходимо светозащитное устройство достаточно больших размеров. Однако при увеличении длины должны соответственно увеличиваться и поперечные размеры устройства, так как в противном случае возможно виньетирование (ограничение) крайних лучей, идущих в объектив. Увеличение длины и диаметра светозащитных устройств, очевидно, противоречит тенденции к уменьшению габаритных размеров всего КСА. Эффективность работы светозащитного устройства повышается, если оно имеет прямоугольную форму и если соотношение сторон прямоугольника соответствует соотношению сторон кадра.

Светозащитные устройства могут быть различной конструкции. В простейшем случае это *бленды* круглой или прямоугольной формы, укрепляемые непосредственно на объективе аппарата. Однако для эффек-

Рис.4.1. Вспомогательные устройства КСА

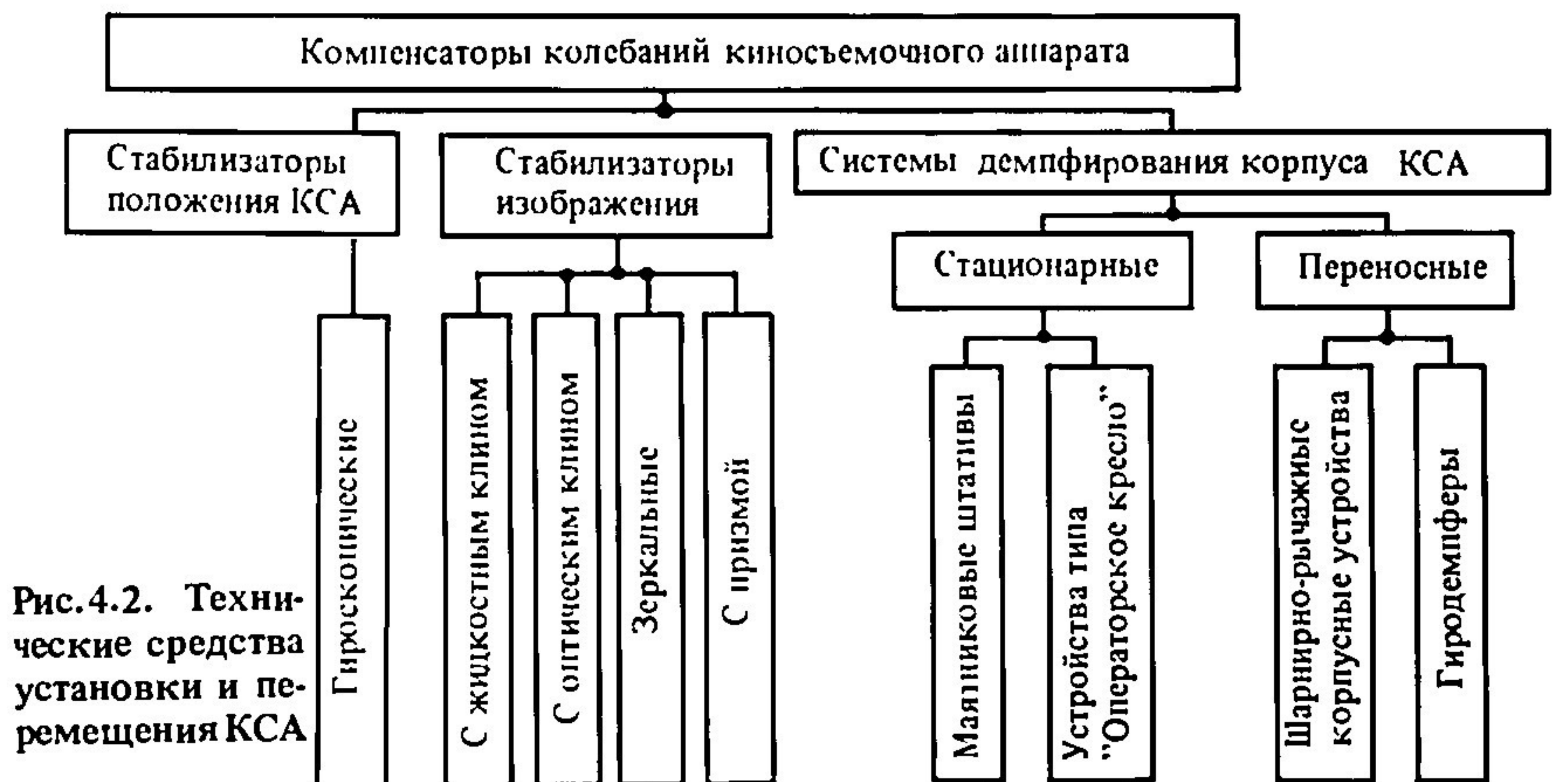


Рис.4.2. Технические средства установки и перемещения КСА

тивной защиты бленда должна иметь размеры, соответствующие углу поля изображения, зависящему от фокусного расстояния объектива. Так как профессиональный КСА снабжается набором объективов с различными фокусными расстояниями и разными углами поля зрения, то ограничиться одним светозащитным устройством с постоянными характеристиками оказывается невозможным. Поэтому КСА снабжается несколькими светозащитными устройствами или одним, позволяющим осуществлять необходимые регулировки при смене объективов.

Чаще всего применяется конструкция, состоящая из жесткой прямоугольной бленды и растягивающего меха. Такая система позволяет перемещать бленду по специальным штангам, укрепленным на корпусе аппарата, и тем самым менять ее положение относительно объектива. В некоторых конструкциях предусматривается установка дополнительных *кашета* с отверстиями разного размера, ограничивающих поле в нужных пределах. Кроме того, внутри кожуха светозащитных устройств для уменьшения отражений света могут быть установлены *поперечные рамки* или произведено *рифление поверхностей*.

Светозащитное устройство может иметь также *дополнительные шторки*, положение которых можно менять. В некоторых КСА светозащитное устройство имеет в передней части *стекло*, ослабляющее в определенной степени шум аппарата.

В конструкцию светозащитного устройства может входить также *держатель для светофильтров и масок*, позволяющий одновременно устанавливать различные светофильтры и маски нормализованного размера. Такое комплексное светозащитное устройство называют *компендиумом*.

Кроме того, некоторые КСА снабжают *светозащитными козырьками*, которые благодаря специальному сочлененному держателю могут быть закреплены в нужном положении относительно киносъемочного объектива.

Светофильтры. В КСА применяются различные по назначению светофильтры.

Для уменьшения светопропускания оптической системы КСА применяются так называемые *нейтральные* (серые) светофильтры различной кратности (кратность показывает, во сколько раз надо увеличить экспозицию при съемке с данным светофильтром по сравнению со съемкой без светофильтров).

Для компенсации несоответствия цветового баланса цветной киноплёнки спектральному составу света, освещающего съемочную площадку, применяются *компенсационные* светофильтры. Они используются также при съемке на черно-белые светочувствительные материалы, имеющие спектральную светочувствительность, при которой получаемое изображение передает тональность объекта съемки с существенным отличием от воспринимаемой глазом человека.

Для создания различных эффектов применяются следующие светофильтры:

• *поляризационные*, с помощью которых можно устранить или,

наоборот, усилить блики на стеклах, водной поверхности и т.п.;
диффузные, позволяющие получить более мягкое изображение на киноплёнке или эффект тумана;

оранжевые, позволяющие получить более контрастное изображение при съёмке на натуре;

селективные, пропускающие лучи с длинами волн, занимающими незначительный участок спектра белого света, и позволяющие усилить яркость одних тонов за счёт приглушения других;

монохроматические, рассчитанные на очень узкий участок спектра и используемые главным образом при научных киносъёмках.

Часто применяется *звездный* светофильтр, преобразующий изображение точечного источника света (уличного фонаря, рефлекса) в многолучевую звезду. Такой фильтр представляет собой стекло с выгравированными рядами параллельных линий. Разновидностью звездного светофильтра является *дифракционная решетка*, которая позволяет получать лучи, окрашенные в различные цвета.

Светофильтр *низкой контрастности* (*low contrast filter*) содержит тонкий мелкозернистый белый порошок, заключенный между стеклами, и создает светорассеяние, снижающее контраст и цветовую насыщенность в изображении. Светофильтр *мягкой контрастности* (*soft contrast filter*) снижает контраст изображения только ярких объектов, не изменяя характера изображения остальных объектов в кадре [175].

При подводных киносъёмках для каждого типа воды необходим определенный комплект корректировочных светофильтров, причем для разных расстояний объекта съёмки от КСА требуются разные светофильтры [97].

Светофильтры изготавливают из цветного стекла или окрашенной анилиновыми красителями желатины, нанесенной на стекло.

Для цветной киносъёмки в павильоне и на натуре предназначен новый комплект светофильтров 20С-149 [135]. Комплект содержит 25 нейтральных и 10 компенсационных светофильтров.

Плотность нейтральных светофильтров: 0,15; 0,30; 0,60; 0,90; 1,2. Это позволяет без изменения диафрагмы изменять экспозицию в $1,4 \div 16$ раз.

Оранжевые фильтры предназначены для съёмки на натуре на киноплёнке ЛН-7, синие — для съёмки в павильоне на киноплёнке ДС-5М.

Применение компенсационных светофильтров типа НЛН (Н — натура, ЛН — тип киноплёнки) позволяет привести цветовую температуру освещения, равную 5500 К, к балансной цветовой температуре киноплёнки типа ЛН — 3200 К; применение фильтров ПДС (П — павильон, ДС — тип киноплёнки) — привести цветовую температуру источника света 3200 К к балансной цветовой температуре киноплёнки ДС — 5500 К.

Поверхности светофильтров просветлены. Комплект включает светофильтры: круглые диаметром 79 мм; квадратные — 75 X 75, 130 X 130, 150 X 150 мм; прямоугольные 130 X 180 мм.

Круглые светофильтры вставлены в оправы с присоединительной резьбой М32X0,75 и снабжены переходными кольцами для установки

в объективах с резьбой М52Х0,75, М62Х0,75, М86Х0,75, М96Х0,75 (унифицированных переходных оправках и переходных оправках аппаратов УС-3, 1КСР-1М, 1КСР-2М). Прямоугольные светофильтры устанавливаются в гнездах светозащитных устройств КСА и ОПФ.

Светофильтры можно использовать в диапазоне температур окружающего воздуха от -30 до $+40$ °С и при относительной влажности воздуха 98 % (при 25 °С).

Маски и кашеты. Маски и кашеты применяются для создания различных комбинированных кадров. Они перекрывают часть снимаемого кадра, что используется при съемках с многократным экспонированием киноплёнки или для ограничения размера снятого изображения (например, для имитации рассматривания предмета через бинокль и т.п.). Маски и кашеты могут устанавливаться либо перед киносъёмочным объективом, либо непосредственно перед кадровой рамкой.

Приставные оптические визиры. Приставные оптические визиры к КСА в настоящее время практически не используются, так как они обладают параллаксом (см. гл. 2). Единственный вид киносъёмки, где предпочтительно применение приставного визира, это подводная киносъёмка, поскольку использование лупы КСА затруднительно. Но для подводной киносъёмки удобен простой рамочный вариант приставного визира, не вносящий дополнительных световых потерь.

Операторские и режиссерские видоискатели. Такие видоискатели представляют собой оптические устройства, конструктивно оформленные в виде отдельного оптического прибора. Они должны иметь переменный угол поля зрения для выбора композиции кадра и фокусного расстояния съёмочного объектива. Видоискатель должен обеспечить прямое изображение и имеет окуляр с диоптрийной поправкой, а также кашеты для регулирования соотношения сторон кадра [165].

Оптические стабилизаторы изображения. Эти устройства осуществляют оптическую компенсацию сдвига (колебаний) изображения снимаемого объекта в кадровом окне КСА при киносъёмке с рук из-за колебаний, вызванных нервно-мышечным тремором поддержки. (Он особенно велик, когда кинооператор находится на подвижном основании). Даже незначительный сдвиг изображения в кадровом окне КСА приводит к снижению контрастности и резкости получаемого на киноплёнке изображения, если же сдвиг значителен, происходит смазывание изображения.

В оптических компенсаторах стабилизирующими элементами являются дополнительные оптические элементы, представляющие часть изображающей системы КСА. Они не связаны с корпусом КСА и управляются гироскопами, вследствие чего их положение относительно снимаемого объекта остается неизменным.

Таковыми элементами могут служить *плоские зеркала, призмы* (в частности — жидкостные клинья), *афокальные оптические компенсаторы*. Они связаны с гироскопом посредством механической передачи и отклоняют световой пучок в направлении, противоположном направлению углового перемещения КСА, и на тот же угол.

Параметры систем компенсации колебаний изображения зависят от характера колебаний КСА в руках кинооператора. Проведенные исследования показывают [169], что колебания рук кинооператора можно считать в первом приближении стохастическим, стационарным и эргодическим процессом. Преобладающие спектральные составляющие колебаний лежат в областях 0,5 – 1,5 и 3 – 4,5 Гц, амплитуда угловых колебаний КСА достигает 1 ° 30'.

Примером жидкостного оптического стабилизатора с управляемым изменением угла преломления проходящих световых лучей являются насадки (приставки) "Диналенз" (*Dynalens*), фирмы "Динасайенсиз" (*Dynasciences Corp.*, США) для кино- и телекамер. Стабилизация осуществляется в пределах $\pm 5^\circ$, коэффициент пропускания оптической системы компенсаторов составляет порядка 0,9 – 0,95 в диапазоне длин волн от 0,38 – 0,40 до 0,78 – 1,0 мкм.

Стабилизирующие свойства компенсатора можно выразить динамической характеристикой, представляющей собой зависимость степени подавления колебаний P от частоты воздействующих колебаний. На рис. 4.3 показана такая характеристика [144] для компенсатора "Диналенз S-023", масса которого составляет 0,9 кг, габаритные размеры 152 X 100 X 86 мм, а его блока электропитания – 2,9 кг и 200 X 200 X 152 мм.

В качестве примера зеркального компенсатора можно назвать устройство для камеры "Аррифлекс" фирмы "Арнольд-Рихтер" [107, 192]. Стабилизирующим элементом является подвижное зеркало, поворот которого меняется при изменении положения КСА в пространстве. Принцип действия такого компенсатора можно понять из рис. 4.4, а.

Оптический стабилизатор "Аррифлекс" имеет следующие характеристики:

Масса, кг	2,5
Габаритные размеры, мм	150 X 120 X 240
Напряжение электропитания, В	1,5
Время разгона системы, с	30
Максимальная скорость панорамирования, °/с	4
Максимальная перегрузка	6g
Максимальный угол поля зрения объектива, °	20

Во Всесоюзном научно-исследовательском кинофотоинституте (НИКФИ) и Московском конструкторском бюро киноаппаратуры (МКБК) разработан оптический компенсатор колебаний изображения для ручного КСА, построенный по такой же оптической схеме, что и компенсатор "Аррифлекс", но отличающийся простотой изготовления, возможностью применения зеркал различных размеров и изменения динамической характеристики [194]. Масса образца приставки – 0,9 кг, габаритные размеры 214 X 112 X 100 мм. Пределы угловой стабилизации изображения $\pm 5^\circ$. Большие размеры зеркал позволяют использовать относительно короткофокусные объективы (до $f' = 50$ мм). Погрешность стабилизации изображения на частотах возмущений выше 0,5 Гц не превышает 20 %.

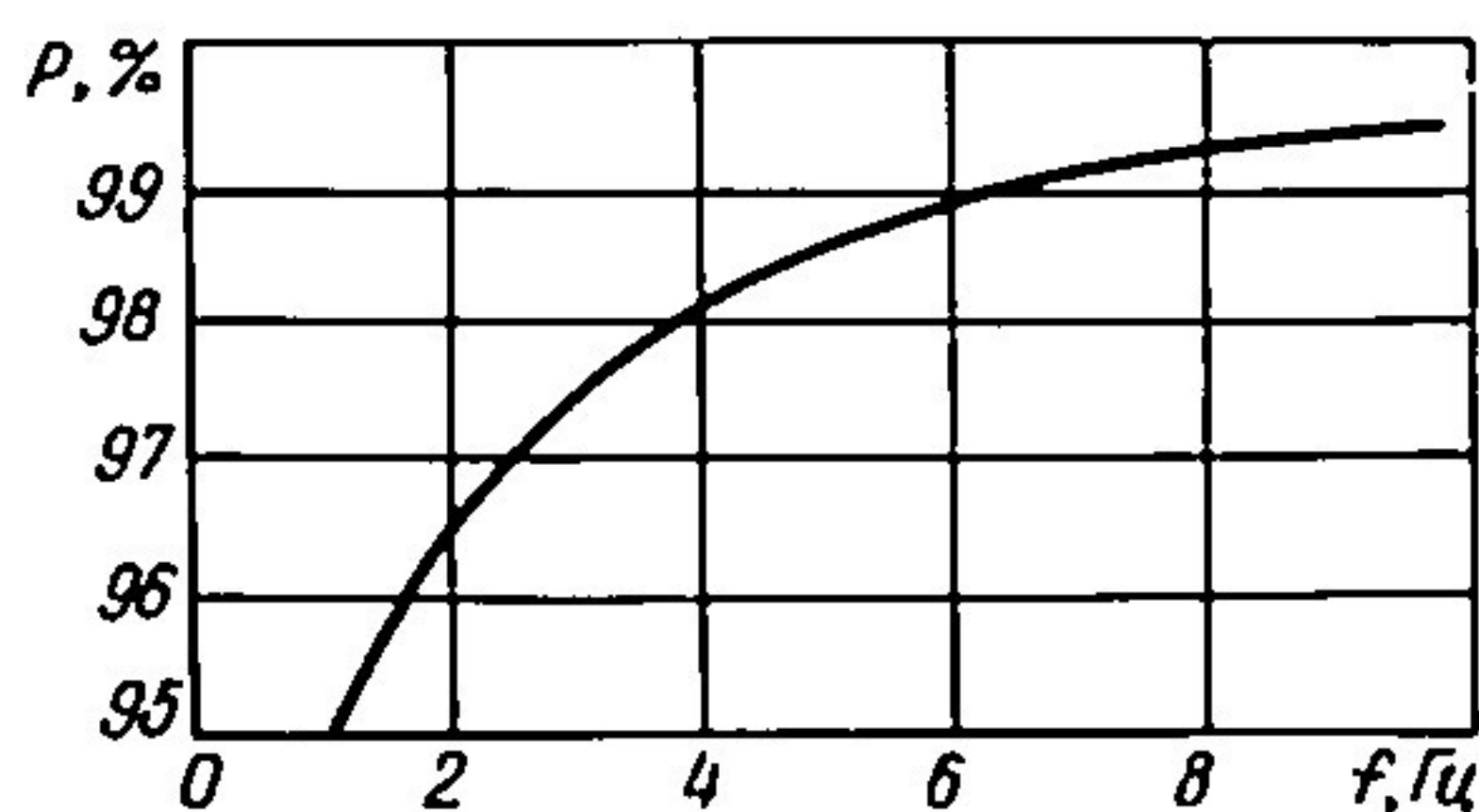


Рис. 4.3. Зависимость степени компенсации колебаний P от частоты колебаний для приставки "Диналенз S-023"

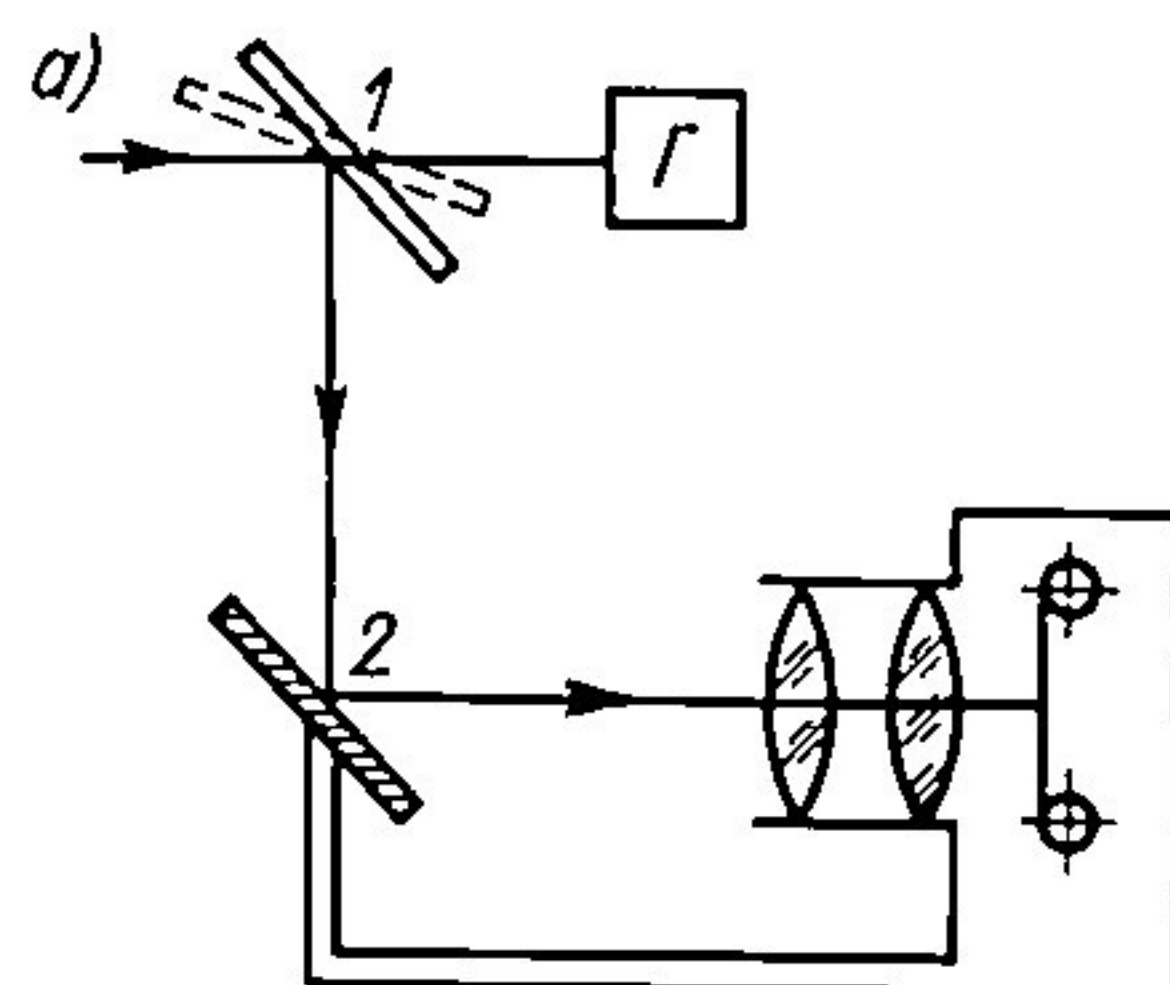
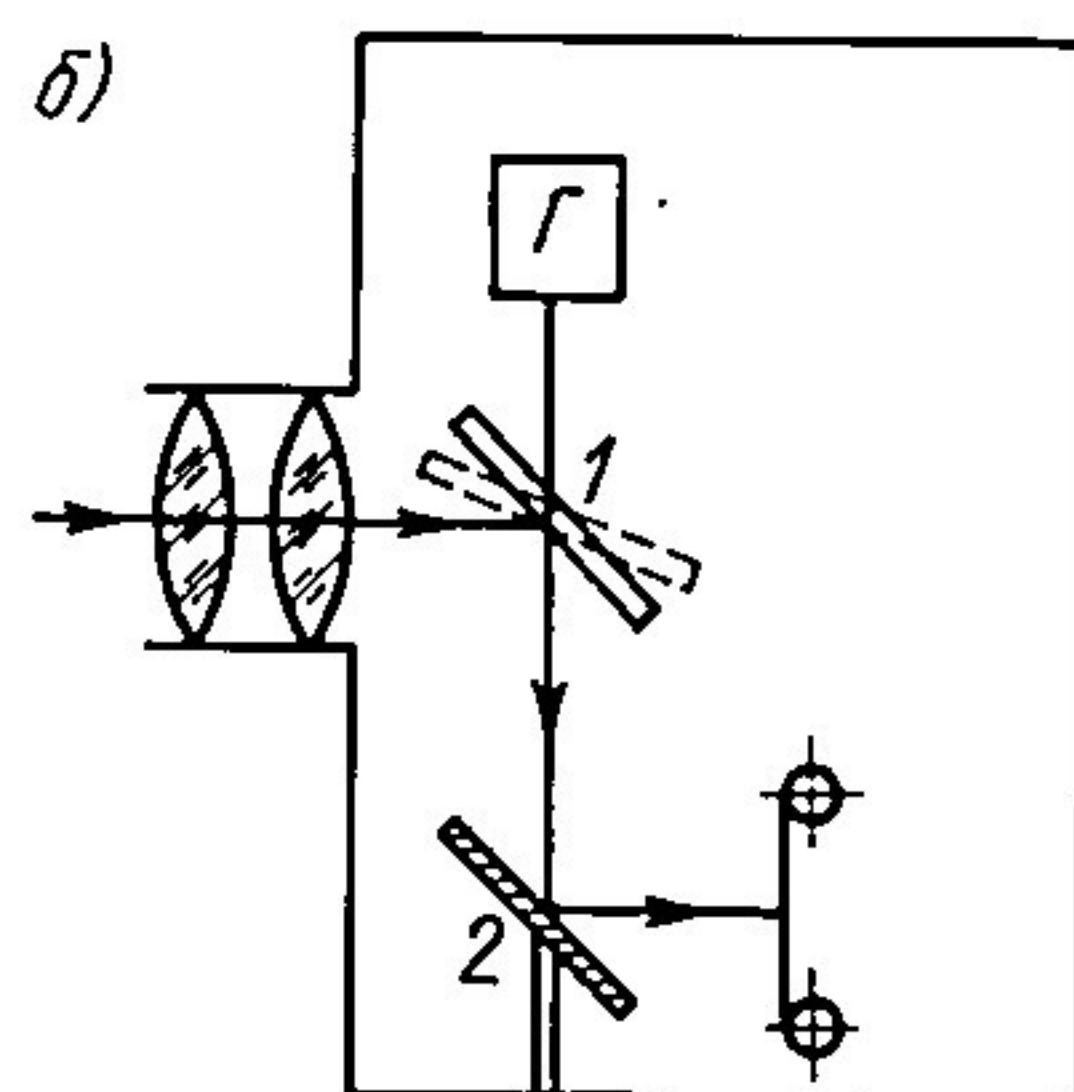


Рис. 4.4. Схема системы двухзеркальных гироскопических компенсаторов системы "Аррифлекс" и НИКФИ-МКБК (а) и системы НИКФИ-МВТУ (б): 1 – подвижное зеркало, управляемое гироскопом Г; 2 – неподвижное зеркало



Дальнейшее улучшение массогабаритных показателей оптического зеркального компенсатора возможно при размещении зеркал не перед объективом КСА, а между объективом КСА и его кадровым окном (т.е. внутри аппарата – рис. 4.4, б), что позволяет использовать зеркала меньших размеров и уменьшить кинетический момент гиromоторов для управления подвижным зеркалом. Такой компенсатор разработан в НИКФИ и МВТУ им. Н.Э. Баумана. Он заключен в один корпус вместе с объективом. Образующаяся система объектив – гироскопический компенсатор названа ее создателями *гироскопическим объективом* [59].

Сравнение двух вариантов конструкций, различающихся расположением зеркал (рис. 4.5), говорит в пользу гироскопического объектива. Однако такой вариант размещения зеркал возможен только при достаточно большом заднем фокальном отрезке объектива. Кроме того, такой компенсатор не является автономным блоком, который можно было бы использовать с другими КСА.

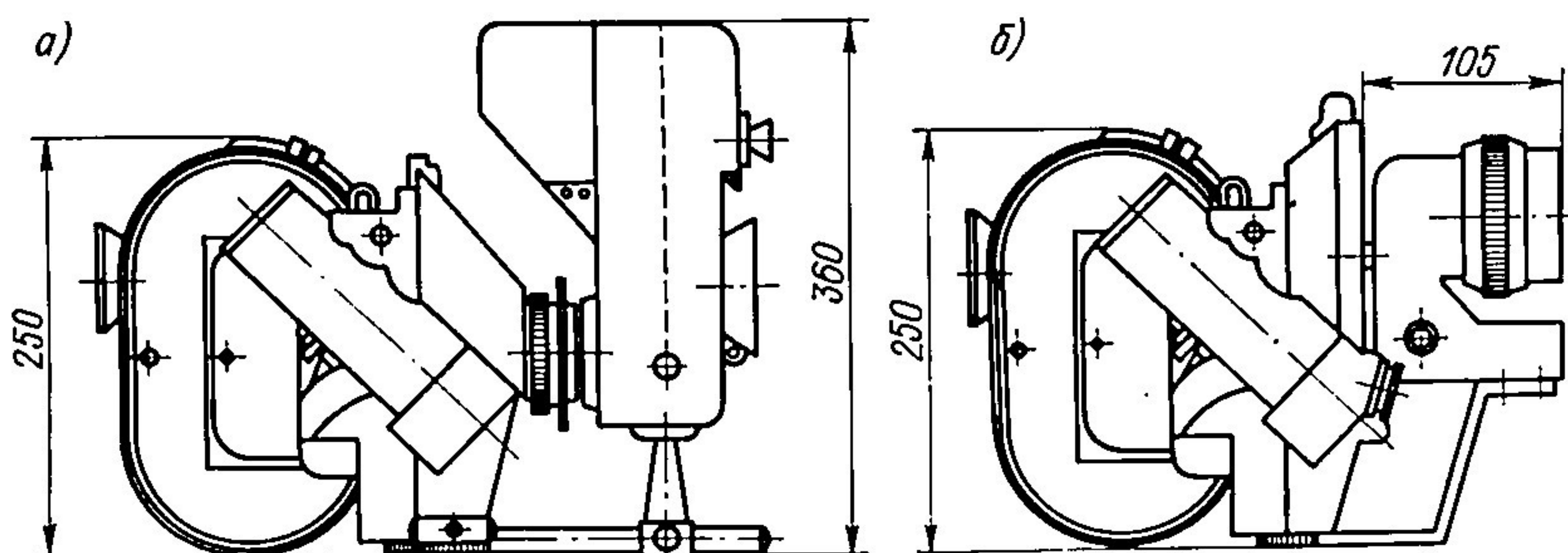


Рис. 4.5. Общий вид гироскопического компенсатора: системы НИКФИ-МКБК (а) и системы НИКФИ-МВТУ (б)

Достоинством оптических компенсаторов в целом является относительно высокая точность стабилизации изображения при компактности и невысокой энергоемкости системы. К основным недостаткам следует отнести появление дополнительных световых потерь и aberrаций, весьма ограниченный амплитудный и ограниченный снизу частотный диапазоны колебаний КСА, в которых обеспечивается требуемая стабилизация.

4.1.2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Приспособления для установки светофильтров, масок, оптических насадок входят обычно в конструкцию компендиума, являющегося важным комплексным вспомогательным устройством КСА.

Устройства крепления крупногабаритных объективов (в частности, длиннофокусных и ОПФ) предназначены для ослабления нагрузки на узел крепления этих объективов к КСА и представляют собой *платформы, стойки, направляющие* (раньше они назывались *оптическими скамьями* [45] или *суппортами*).

Приставки для макрокиносъемок и специальные фокусирующие площадки обеспечивают киносъемку близкорасположенных объектов с использованием дополнительных переходных тубусов или оптических элементов, нуждающихся в дополнительной опоре и точной регулировке положения.

В последнее время получило определенное распространение использование КСА в качестве опоры для портативного осветительного прибора и остронаправленного микрофона. Это позволяет в ряде случаев (при съемке в ограниченном пространстве) осуществлять синхронную киносъемку без использования сложных технических средств освещения и звукозаписи. В отечественных КСА нового поколения, как уже упоминалось, предусмотрено на корпусе место для закрепления портативного осветителя и микрофона.

4.1.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Устройства управления параметрами объективов. Использование устройств дистанционного и автоматического (программного) управления параметрами киносъемочных объективов обусловлено тем, что кинооператору трудно вручную достаточно плавно изменять фокусное расстояние ОПФ. А при необходимости одновременно изменить дистанцию наводки объектива задача еще больше усложняется. Если же учесть, что кинооператору следовало бы сосредоточить свое внимание во время киносъемки не на выполнении таких технических операций, как управление параметрами объектива, а сконцентрировать его на художественно-творческой стороне этого процесса, то становится понятным интерес к указанным устройствам, облегчающим работу кинооператора.

Выпускавшееся серийно устройство дистанционного управления параметрами объективов типа КЭП-11 предназначено для дистанционного управления с различными скоростями фокусным расстоянием и

наводкой на резкость объективов 16 ОПФ 1-2, 35 ОПФ 15, 35 ОПФ 18, 35 ОПФ 19 и др. В качестве приводных используются шаговые электродвигатели ШДА-2АМ.

Время регулирования параметров меняется от 2 до 40 с. Уровень шума при одновременной работе двух приводов составляет не более 33 дБА.

Отечественная промышленность последние несколько лет выпускала малогабаритный комплект унифицированных устройств управления параметрами объективов типа КЭП-15 [132], который обеспечивает дистанционное управление: фокусным расстоянием объектива с плавным регулированием скорости изменения в предварительно заданных пределах; диафрагмой; дистанцией съемки. Устройство может применяться со штативным, плечевым и ручным КСА. Данный комплект предназначен для использования с объективами 35 ОПФ 15-1, 35 ОПФ 16-1, 35 ОПФ 18-1, 35 ОПФ 19-1, 35 ОПФ 21, 35 ОПФ 25-2.

Выпускаются следующие варианты исполнения [56]: КЭП-15.000, КЭП-15.000.01 — для управления фокусным расстоянием объективов с моментом вращения шкал фокусного расстояния соответственно не более 0,2 и 0,4 Н·м; КЭП-15.000.02 — для управления диафрагмой; КЭП-15.000.03 — для управления дистанцией наводки на резкость.

В качестве исполнительного элемента использован двигатель постоянного тока типа ДПМ, который расположен в сервоприводе 14М23, устанавливаемом непосредственно на объективе. Скорость вращения электродвигателя задается потенциометрами на ручке или пульте управления, а направление вращения — направлением поворота ручки управления, либо нажатием соответствующих клавиш на пульте.

Электронная схема управления обеспечивает не только получение требуемого диапазона регулирования скорости отработки параметра, но и стабилизацию любого значения установленной скорости при значительных изменениях момента нагрузки.

В комплект КЭП-15 (рис. 4.6 — верхний) входят: сервопривод 14М23-01, -02, -03; блок управления 60У473; пульт управления 60У475; датчик угла 60У1181; ручки управления фокусным расстоянием 60У477-01, -02 и дистанцией 60У479.

Все устройства для управления любым параметром объектива выполнены в виде функционально законченных узлов, что позволяет произвольно комплектовать устройства при использовании с КСА различного назначения (одно-, двух- и трехканальный варианты).

Комплект КЭП-15 предназначен для замены морально устаревшего комплекта КЭП-5; имеет целый ряд преимуществ перед ним, главными из которых являются: меньшие габаритные размеры, масса (трехканальный комплект КЭП-15 имеет массу, на 30 % меньшую, чем одноканальный КЭП-5), металлоемкость, потребляемая мощность и лучшие эксплуатационные характеристики.

В настоящее время разработан новый комплект устройства управления параметрами объективов КЭП-17 для аппарата 5КСН [135].

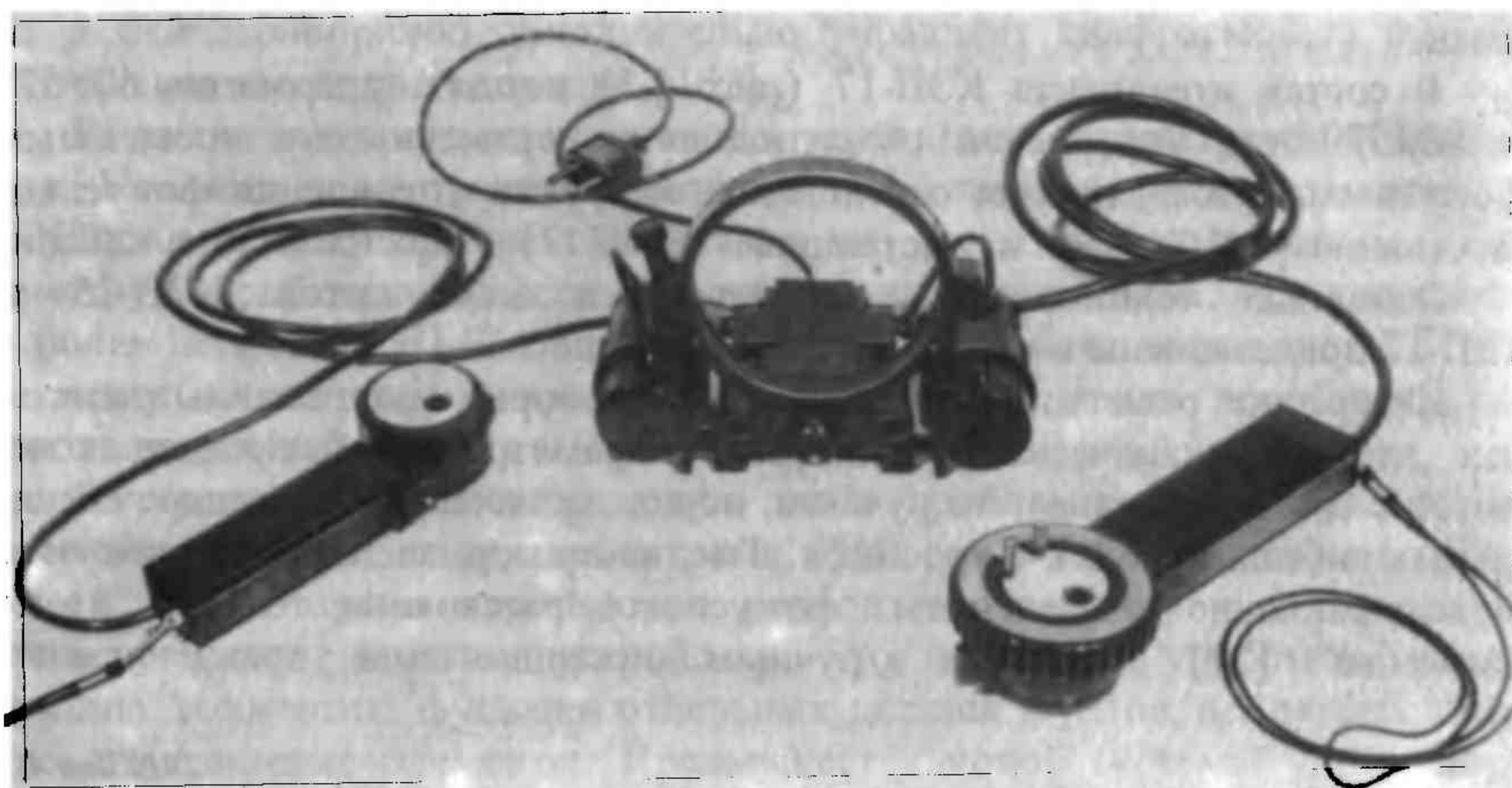


Рис. 4.6. Устройства дистанционного управления параметрами объективов КЭП-15 (верхний снимок) и КЭП-17 (в комплекте) (нижний)

Поскольку в комплект аппаратуры 5КСН входят объектив с переменным фокусным расстоянием 35 ОПФ 18-АС и ряд объективов с постоянными фокусными расстояниями, КЭП-17 осуществляет: плавное реверсивное изменение фокусного расстояния объектива 35 ОПФ 18-АС с регулируемой скоростью; фокусирование объективов с переменным и постоянным фокусными расстояниями.

Предусмотрена возможность дистанционного управления на расстоянии до 5 м от КСА. Возможно одновременное изменение двух параметров объектива 35 ОПФ 18-АС. Электропитание привода управления осуществляется от источника электроэнергии КСА.

В качестве исполнительных механизмов в КЭП-17 используются три однотипных сервоэлектродвигателя 14М23, которые через редуктор сочленяются с соответствующими приводными звеньями объективов.

Два сервопривода использованы в узле управления объективом с переменным фокусным расстоянием, один – в узле фокусировки остальных объективов КСА.

Сервоприводы управления объективом 35 ОПФ 18-АС смонтированы на переходном устройстве. На этом устройстве установлены два сервопривода, датчик обратной связи, ручки управления. Выходная шестерня сервопривода механически стыкуется с зубчатым венцом соответствующего кулачка объектива 35 ОПФ 18-АС.

Сервопривод для управления дистанцией съемки размещен в отдельном корпусе, который закрепляется на передней панели КСА. Ручку управления можно через специальную муфту укрепить на корпусе устройства и при использовании КСА в плечевом варианте применять как дополнительную опору для поддержки аппарата.

Элементы электронных схем системы размещены в ручках управления. Отдельные блоки комплекта соединяются кабелями с разъемами.

В состав комплекта КЭП-17 (рис. 4.3) входят: устройства 60У577 и 60У579 для управления объективами с переменным и постоянным фокусными расстояниями соответственно, ручки управления фокусным расстоянием (60У515) и дистанцией (60У517), электрические кабели.

Основные технические характеристики комплектов КЭП-15 и КЭП-17 представлены в табл. 4.1.

Интересно отметить, что даже в некоторых современных системах электромеханическое управление параметрами объективов сочетается с дистанционным, но ручным, осуществляемым с помощью специальных гибких передач – тросиков. Так, например, электромеханическое сервоуправление изменением фокусного расстояния ОПФ фирмы "Анженье" [27] сочетается с ручным дистанционным управлением по

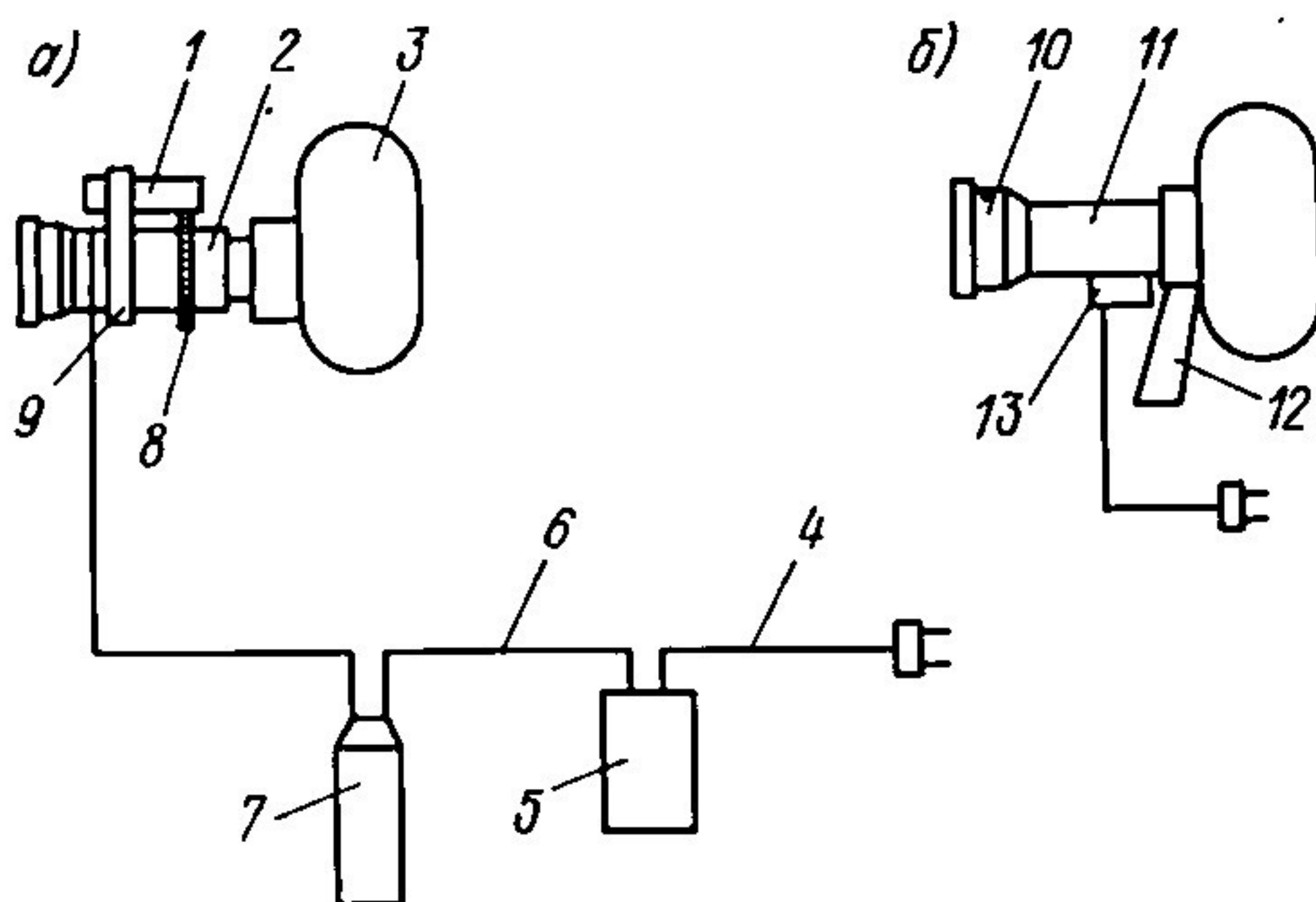
Таблица 4.1

Основные технические характеристики устройств дистанционного управления параметрами объективов

Технические характеристики	КЭП-15	КЭП-17
Время изменения, с:		
фокусного расстояния	5 – 180	3 – 30
дистанции и диафрагмы	1,5	4
Погрешность установки:		
диафрагмы и фокусного расстояния	±1,0	–
дистанции	±0,5	±0,5
Уровень шума на расстоянии 0,75 м от сервопривода, дБА	32 – 38	32 – 38
Напряжение электропитания, В	⁺³ 15 –1,5	⁺⁵ 16 –2
Масса, кг, не более	1,15	1,05

Рис. 4.7. Схема управления ОПФ с навесным электроприводом (а) и электроуправляемого (б):

1 — электропривод; 2, 10 — ОПФ; 3 — КСА; 4 — кабель питания; 5 — блок управления; 6 — соединительные кабели; 7 — ручка управления; 8 — приводная шестерня объектива; 9 — устройство приводное; 11 — встроенный электропривод; 12 — ручка управления, совмещенная с рукояткой КСА; 13 — встроенная плата системы управления



параметру дистанции. Аналогично построена система управления параметрами объектива, выпускаемая фирмой "Шнайдер" (*Schneider*, ФРГ) но в ней сервопривод дополнительно управляет диафрагмой, а ручное управление имеет две скорости [183].

Развитие систем дистанционного управления параметрами объективов. Как видно из приведенных в табл. 4.1 данных, масса комплектов КЭП-15 и КЭП-17 все же значительна, что дает вместе с тяжелым ОПФ заметную прибавку к массе ручного или плечевого КСА, так как даже у более легкого КЭП-17 общая масса всех устройств составляет 2,7 кг. Поэтому важнейшим направлением совершенствования подобных систем является снижение их массы и габаритных размеров.

Интересная попытка решения этой проблемы применительно к устройствам управления параметрами ОПФ ручных КСА описана в работе [108]. Авторами использован подход к объективу и его электроприводу как к единому устройству. Это позволило упростить конструкцию, совместить функции отдельных деталей и узлов, исключить лишние стыковочные элементы. Преимущества новой системы управления электроприводом ОПФ можно оценить с помощью рис. 4.7, где показаны традиционная (а) и новая (б) схемы управления.

Исключение переходного устройства, отдельного сервопривода и блока управления и размещение их непосредственно в корпусе объектива позволяют создать более компактное и легкое устройство. Электро-механическая оптическая система (ЭМОС) вместе с приводом и встроенной системой управления имеет меньшую массу (1,4 кг), чем объектив 35 ОПФ 16 без привода (2,2 кг). Кроме того, управление ЭМОС удобнее, чем в прежней системе. При этом орган управления может быть выполнен в виде кнопки, расположенной непосредственно на объективе в зоне, удобной для оператора, или совмещен с рукояткой КСА. Единая электро-механическая оптическая система состоит из оптико-механической части, в которой размещены компоненты оптической схемы, механизмы и встроенный электропривод, устройства управления и соединительных кабелей.

В устройстве воспроизведены без изменения оптическая схема и оптические детали объектива 35 ОПФ 16, положения компонентов, воз-

душные промежутки, фокусировочные перемещения элементов, но полностью изменен механизм изменения фокусного расстояния. Благодаря этому уменьшились необходимые для управления механические моменты, что позволило использовать встроенный электродвигатель малой мощности. Кроме того, электрическая система управления выполнена в виде гибкой печатной платы, которая в свернутом виде размещена между основным и вспомогательным корпусами ЭМОС.

Основные технические характеристики устройства ЭМОС

Изменение фокусного расстояния, мм	От 25 до 100
Относительное отверстие:	
геометрическое	1 : 3,2
эффективное	1 : 4
Время изменения фокусного расстояния электроприводом, с	От 3 до 30
Напряжение электропитания, В	14 ^{+20 %} _{-10 %}
Потребляемая мощность, Вт, не более	8
Габаритные размеры, мм:	
длина	193
наибольший диаметр	95
Масса (с приводом и встроенной системой управления), кг	1,4

Кроме тенденции к объединению устройства управления фокусным расстоянием ОПФ и объектива в единую систему наблюдается также стремление сделать систему управления объективами по параметру дистанции частью КСА [198].

Получают распространение также *беспроводные* (по радиоканалу) системы дистанционного управления, позволяющие ассистенту оператора управлять параметрами объектива при движении КСА (например, при использовании системы "Горизонт", "Стедикам" и подобных им).

Системы ТВ-визирования КСА. В обычных КСА системы ТВ-визирования в том или ином виде применяют уже около 40 лет [185].

Отечественные системы ТВ-визирования, реализованные на базе различной телевизионной аппаратуры (2ТВС, на базе установки ПТУ-0, в установке КТУ-67, ТВ-аппаратура типа "Визир", на базе установки ПТУ-28, в аппаратах "Союз" и "Славутич" и др.) позволили опробовать и освоить на различных киностудиях страны технологию киносъемки с использованием кинотелевизионных съемочных аппаратов. Такая технология базируется на применении ТВ-визирования и магнитной видеозаписи на съемочной площадке.

Достоинства и недостатки применения ТВ-визиров в КСА рассмотрены выше (см.гл. 2). В настоящее время, как уже было указано, все новые КСА разрабатываются в расчете на их применение.

Для унификации КСА и их отдельных блоков и узлов целесообразно систему ТВ-визирования также унифицировать, т.е. предусмотреть возможность использования ее элементов как во встроенном варианте (в

тяжелых кинокамерах), так и в качестве приставных, навесных блоков (для легких плечевых или ручных кинокамер).

Проблема создания универсальной оптической системы, обеспечивающей ТВ- и оптическое визирование, экспонетрическое измерение и, конечно, экспонирование киноплёнки, и распределения света в ней может решаться по-разному. Важнейший параметр каждого приемника света — экспозиция, так как он определяет используемый участок их световых характеристик для каждого конкретного режима съемки.

Включение в систему ТВ-визирования дополнительных элементов (например, автоматически вводимого при остановке обтюратора светофильтра, устройств автоматического регулирования видеосигнала при изменении освещенности передающей трубки или светодозирующего — электрохромных светофильтров) делает ее весьма сложной [30, 205].

Схема распределения световой энергии в современном КСА приведена на рис. 4.8.

ТВ-визир КТУ-25. Комплект унифицированных телевизионных блоков для черно-белых ТВ-визиров КТУ-25 (рис. 4.9) предназначен для всех видов черно-белой кинотелевизионной аппаратуры, применяемой при натуральных, павильонных, мультипликационных съемках, дистанционном управлении КСА и в кинотехнологическом оборудовании — телекинопроекторах, фильмомонтажных столах и т.п. [135].

Комплект КТУ-25 включает: передающую ТВ-камеру с трубкой типа кадмикон с электростатическим отклонением и магнитной фокусировкой луча; монитор 5ТВ19 на кинескопе 11ЛК1В с диагональю экрана 11 см; блоки обработки видеосигнала 2ТВ3 и питания 21В171; соединительные кабели.

Основные технические характеристики визира КТУ-25

Яркость изображения в белом поле, кд/м ² , не менее	200
Разрешающая способность, лин., не менее:	
ВКУ	500
всей системы	320
Напряжение электропитания, В:	
однофазной сети переменного тока частотой 50 Гц	220 ⁺¹⁰ ₋₁₅
источника постоянного тока	12 ⁺⁵ ₋₁
Рабочий интервал температур, °С:	
камеры	-30 ... + 45
монитора	+1 ... +45
Допустимая относительная влажность воздуха, %, не более (при температуре + 25 °С)	98
Габаритные размеры блоков, мм:	
2ТВ3	290 × 50 × 280
5ТВ19	105 × 110 × 230
21В171	290 × 50 × 280
Масса блоков, кг:	
2ТВ3	2,5
5ТВ19	1,5
21В171	3,0



Рис. 4.8. Распределение световой энергии в современном КСА



Рис. 4.9. ТВ-визир КТУ-25 (без передающей трубки)

Подводный ТВ-визир КТУ-23. ТВ-визир КТУ-23 [135] предназначен для визирования в водной среде (на глубине до 30 м) при производстве обычных и широкоэкранных художественных, научно-популярных и хроникально-документальных фильмов. Он может работать как совместно с подводным аппаратом 1КСВ-Т, так и в качестве самостоятельной подводной ТВ-камеры совместно с оптическим блоком КТУ-23.010.

Визир обеспечивает визуальный контроль ТВ-изображения при использовании с КСА 1 КСВ-Т или с оптическим блоком, а также передачу полученного ТВ-изображения на выносное наземное ВКУ по кабелю на расстояние до 300 м.

Визир получает электропитание от аккумуляторных батарей НКТ-1,5.

Телевизионный блок визира выполнен в виде водонепроницаемого корпуса-бокса, в конструкции которого предусмотрено посадочное устройство, герметично стыкуемое с посадочным местом КСА 1КСВ-Т или с посадочным местом оптического блока КТУ-23.010. Специальная отделка корпусов всех блоков обеспечивает их коррозионную стойкость.

Основные технические характеристики подводного ТВ-визира КТУ-23

Яркость изображения в белом поле, кд/м ² , не менее	200
Геометрические искажения раstra, %, не более	5
Нелинейные искажения раstra, %, не более	±10
Коррекция полутоновой характеристики ТВ-тракта с показателем гамма-функции	0,5
Размах полного ТВ-сигнала положительной полярности на нагрузке 75 Ом, В	1 ± 0,05
Разрешающая способность в центре экрана, лин., не менее	500
Число градаций яркости 10-ступенчатого градационного клина, не менее	8
Время непрерывной работы от одного комплекта свежезаряженных батарей, ч, не менее	1
Диапазон рабочих температур, ° С	0 ... + 45

Внешний вид комплекта подводного ТВ-визира КТУ-23 показан на рис. 4.10.

Тенденции совершенствования систем ТВ-визирования. Как уже упоминалось, необходимы цветные ТВ-визеры, дающие четкое, немелькающее изображение, выпуск которых уже начат (см. гл. 2).

Конечно, желательно сокращать габаритные размеры и массу всего комплекта устройств ТВ-визирования, за исключением автономного ВКУ, устанавливаемого для контроля изображения режиссером и другими членами съемочной группы.

Важной тенденцией является введение беспроводной системы ТВ-визирования, так как это дает большую свободу кинооператору,

Интересным и многообещающим является также использование системы ТВ-визирования не только по прямому назначению, но также для экспонометрирования, автофокусировки, вывода на экран монитора (служащего в этом случае дисплеем) всей необходимой кинооператору информации — о функционировании КСА, регистрационно-справочных данных о съемке дубля.

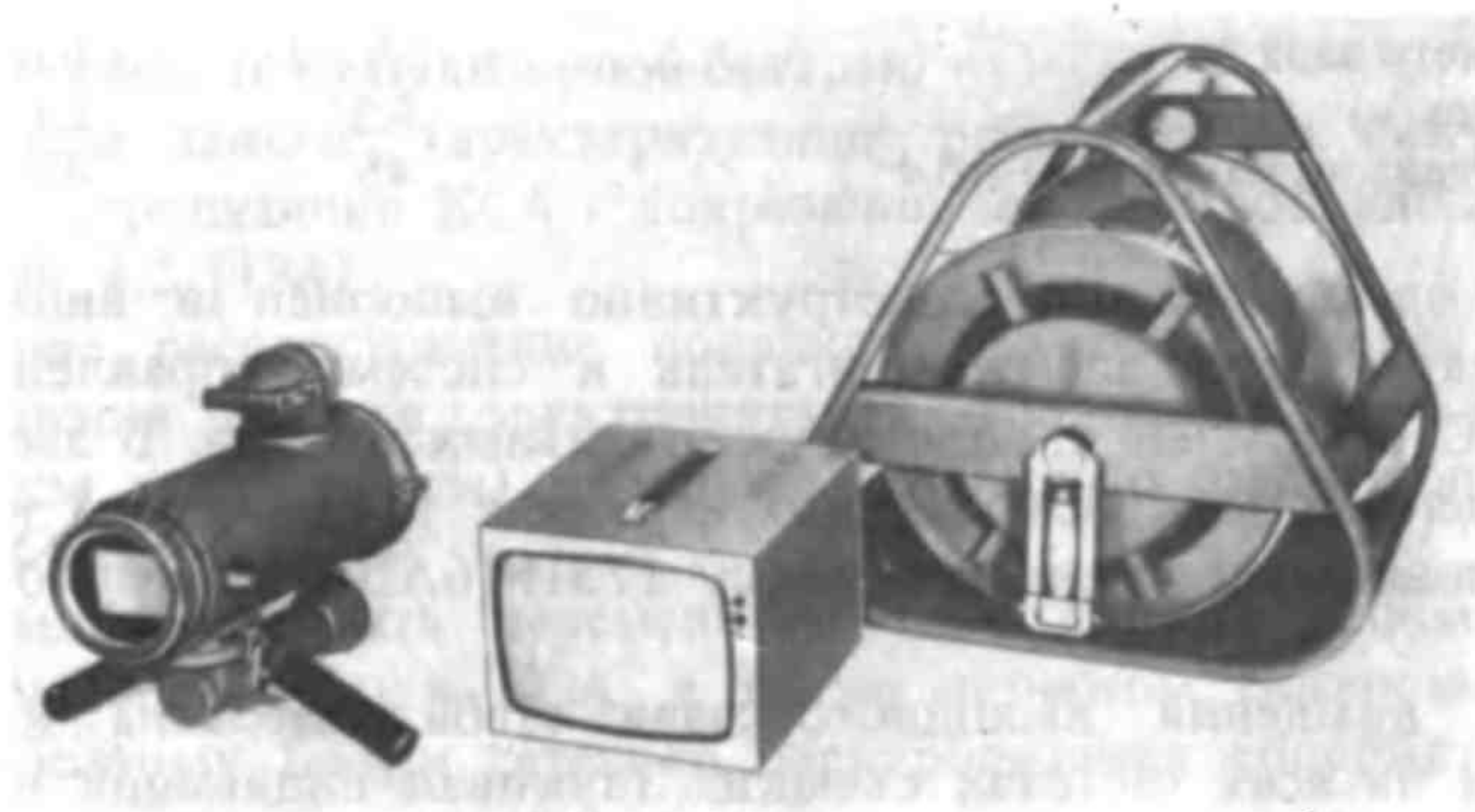


Рис. 4.10. Подводный ТВ-визир КТУ-23

Блоки электропривода и электропитания. КСА разных моделей и различного назначения могут работать в нескольких режимах, различающихся частотой кадров и характером синхронизации с аппаратом звукозаписи. Для обеспечения различных режимов работы КСА его электропривод должен иметь соответствующие возможности. Соответственно этому блок электропитания должен обеспечить требуемый электрический режим.

Современные КСА общего назначения имеют, как уже говорилось в гл. 2, три основных режима работы: с основной постоянной частотой кадров (24 или 25 кадр./с) с кварцевой стабилизацией частоты; с дискретными частотами кадров, отличными от основной частоты, в определенном диапазоне частот съемки (например, 8, 12, 32, 64 и т.д.); с плавноизменяемой частотой кадров в пределах определенного диапазона.

Блоки электропривода. Система электропривода должна обеспечивать высокую точность (стабильность) скорости съемки и низкий уровень шума. Она должна быть компактной и легкой, потреблять мало энергии.

Новый электропривод 17ЭП-16АПК [134] предназначен для КСА типа "Конвас-автомат" взамен электропривода типа 15ЭПСС.

*Основные технические характеристики электропривода
17ЭП-16АПК*

Диапазон частот кадров, кадр./с	8, 12, 16, 24, 25, 32
Напряжение электропитания, В	12^{+5}_{-1}
Максимальный ток, потребляемый при частоте 24 кадр./с, А	5
Габаритные размеры, мм	270X120X150

Электропривод 17ЭП-16АПК имеет значительно лучшие параметры, чем привод 15ЭПСС:

	15ЭПСС	17ЭП-16АПК
Стабилизация частоты вращения выходного вала, %	$\pm (2,5 \div 4)$	$\pm 0,01$
Масса, кг	6,2	1,6
Уровень шума (звука) дБА	48	40

Новый электропривод конструктивно выполнен в виде единого блока, включающего электродвигатель и систему управления, тогда как 15ЭПСС оформлен в виде двух отдельных блоков. В электронной схеме применены микросхемы, что наряду с применением новых материалов позволило уменьшить массу 17ЭП-16АПК примерно в четыре раза.

Частота вращения выходного вала стабилизирована кварцевым генератором на всех частотах съемки. Звуковая индикация несинхронного хода облегчает контроль работы КСА. Большой вращающий момент привода позволяет использовать для съемки кассету емкостью 120 м.

Электропривод 17ЭП-16АПК удобен в работе, имеет хорошую прикладистость.

Новый покадровый электропривод ЭСА-ПК [124] построен на базе бесконтактного электродвигателя ДСТ-60 и электронного блока управления и предназначен для установки на кинокамеры КСК, 2КСК-М, 1КСР-1М, 1КСР-2М и др.

Электропривод обеспечивает непрерывный режим работы в диапазоне частот 0,125 — 32 кадр./с и покадровый в диапазоне частот 0,125 — 4 кадр./с. Уровень шума электропривода — 30 дБА.

Точность частоты вращения привода определяется внутренним синтезатором частоты с кварцевым генератором, развиваемый на валу момент составляет 0,31 Н·м.

Для цейтраферного режима работы предусмотрен ввод синхросигнала.

Блоки электропитания. Основными источниками электропитания современных КСА являются автономные постоянного тока, т.е. батарея аккумуляторов, что обеспечивает совершенно независимую работу КСА в динамическом режиме съемки. Поэтому большое внимание уделяется именно таким блокам электропитания КСА.

В настоящее время разработаны несколько унифицированных комплектов электропитания на базе никель-кадмиевых герметизированных аккумуляторов: 1КПУ-3-12, 1КПУ-1,5-12, 2КПУ-3-12, 1КПУ-3-16, 1КПУ-8-12, 1КПУ-8-16 (последние числа обозначения комплекта показывают напряжение — 12 и 16 В, а предпоследние — ток нагрузки, А).

Каждый комплект электропитания состоит из: аккумуляторной батареи; устройства, заряжающего аккумуляторы от сети; отключающего устройства, обеспечивающего автоматическое ограничение глубины разряда; разрядного устройства; соединительных шлангов.

По достижении допустимой степени разряда аккумуляторов (после прохождения в КСА порядка 1000—1900 м, а для 1КПУ-8-12 до 5000 м киноплёнки) светодиод отключающего устройства начинает подавать сигнал миганием, а затем после прохождения еще некоторого количества киноплёнки (400—1000 м) осуществляется автоматическое отключение аккумуляторной батареи.

Основные данные, характеризующие работу новых аккумуляторов блоков электропитания КСА с современными электроприводами, приведены в табл. 4.2 [134].

Большое распространение получили различные варианты поясного исполнения блоков электропитания (подобных показанному на рис. 6.3 для магнитофона) для ручных КСА, что создает определенные удобства кинооператору.

Промышленная сеть переменного тока служит вспомогательным источником энергии для КСА, а также датчиком синхронизирующего сигнала. Поэтому блоки сетевого электропитания содержат выпрямители для получения постоянного тока взамен аккумуляторной батареи. Блоки синхронизации от сети содержат в качестве основного элемен-

Таблица 4.2

Основные характеристики никель-кадмиевых электропитающих устройств из комплекта КСА

Комплекта электро- питания	КСА	Марка		Число акку- муля- торов в бан- ке	Номи- наль- ная ем- кость, А.ч	Номи- наль- ное напря- жение, В	Нижний предел рабо- чей темпе- ратуры, °С	Ориентировоч- ное время, ч		Ориентировочный съемочный метраж без под- заряда, м
		электро- привода	аккумулятора					перво- началь- ного заряда	подза- ряда	
1КПУ-3-12	1КСР-М 16СХ-М	18ЭП-16АПК 29ЭПСС								
2КПУ-3-12	1КСР-М 5КСН	10ЭП-16АПК 17ЭП-16АПК	НКГ-3С-11У2	10	3	12	- 10	6	3	1000-2000
1КПУ-3-16	1КСР-М	2ЭП-16АПК	НКГК-3С-11У2	14	3	16				
1КПУ-8-12	1КСР-М	18ЭП-16АПК	НКГ-8К (НКГК-11Д-УБ)	10	8	12	- 20	15	5	5000-10000

та трансформатор, понижающий напряжение сети и формирующий сигнал синхронизации.

Системы электрообогрева КСА. Как упоминалось в гл. 2, такие системы необходимы для обеспечения нормальной работы КСА в условиях низких температур окружающего воздуха. Они могут содержать электронагревательные элементы, установленные внутри самого аппарата или в специальном нагревательном чехле (рубашке). Электропитание элементов осуществляется от общей батареи КСА.

Устройства системы служебной информации. Система служебной информации охватывает КСА, магнитофон для синхронной записи на съемочной площадке и видеомагнитофон (если он применяется) и состоит, следовательно, из нескольких устройств, либо встроенных, либо выполненных в качестве дополнительных отдельных блоков (генератор кода того или иного вида, радиопередатчик служебной информации, приемник служебной информации и т.д.).

Так, например, у нас выпускается комплект устройств для передачи синхронных меток по радиоканалу типа КВУ-49.

4.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УСТАНОВКИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КСА

Придать КСА определенное положение в пространстве и поддерживать это положение неизменным (стабилизировать его) или напротив перемещать его может в принципе сам кинооператор без применения каких-либо технических средств. В ряде случаев так и происходит, если, конечно, масса применяемого КСА позволяет кинооператору это сделать. Однако при кинопроекции полученного таким способом изображения могут стать заметными смещения поля изображения кадра (конечно, не считая случаев, когда это делается намеренно) вследствие недостаточно устойчивого положения кинокамеры, т.е. недостаточной стабилизирующей способности оператора.

В подавляющем большинстве случаев кинокамера используется не отдельно, а в сочетании с целым рядом специальных технических средств для ее установки, фиксации в пространстве, а также для разнообразных перемещений — опорами¹ и операторским транспортом, что позволяет успешно решать поставленные творческие задачи при съемке фильма.

4.2.1. КИНОШТАТИВЫ И ПАНОРАМНЫЕ ГОЛОВКИ

Киноштативы. Простейшим техническим средством, обеспечивающим установку и закрепление КСА в определенном положении для киносъемки, являются опоры, называемые *штативами*.

Штатив должен прежде всего достаточно надежно зафиксировать, закрепить кинокамеру в выбранной оператором точке съемки, чтобы

¹ Опорой считается любое устройство, к которому прикрепляется КСА.

получить несмещающееся, устойчивое изображение объекта киносъемки. Для этого штатив сам должен быть достаточно жестким и устойчивым.

В зависимости от максимально допустимой массы кинокамеры, которая может быть установлена на данный штатив, штативы делятся на *легкие, средние, тяжелые*. Отечественная промышленность выпускает достаточное число моделей штативов, образующих номенклатурный ряд и предназначенных для установки КСА с различной массой [50, 208]: 4ШКС "Мини" для КСА массой до 10 кг; 3ШКС "Пингвин" — до 15 кг; 3ШКС-М "Пингвин-2" — до 20 кг; 3ШС — до 30 кг; 5ШКС — до 40 кг; 2ШКС, 2ШКС-М, 7ШС-М — до 100 кг; 1ШКС-М — до 120 кг.

Штативы состоят обычно из основания (чаще всего это классическая *тренога* или набор треног с различной длиной ножек) и устанавливаемой на нем *штативной головки*. Используется, например, нерегулируемое основание типа "лягушка" для обеспечения очень низких точек съемки (порядка 0,3 — 0,4 м).

Тренога позволяет регулировать положение кинокамеры по высоте и устанавливать различный наклон оптической оси аппарата. Ножки треног штативов обычно изготавливаются из твердых пород дерева или дюралюминиевых трубок, но есть попытки применить и новые материалы. Так, например, новые штативы фирмы "Захтлер" (*Sachtler*, ФРГ) изготовлены из углеволоконного материала (*carbon fiber*), который не уступает по прочности стали, не поддается коррозии, термоустойчив и очень легкий, так что штативы из него вдвое легче алюминиевых [159, 212].

Штативы для тяжелых КСА могут иметь вместо треноги *телескопическую колонну* с регулируемой высотой подъема камеры. Например, штатив 7ШС-М имеет такую колонну, выдвигаемую в пределах 60 см гидравлическим механизмом с помощью ножной педали. Этот штатив имеет литое металлическое основание с тремя колесами для установочного передвижения штатива, при съемке он фиксируется на трех домкратах [50].

Штатив 1ШКС-М с допустимой нагрузкой на выдвижную телескопическую колонну до 120 кг передвигается на трех двойных обрешиненных колесах, самоустанавливающихся по направлению движения. Лапы штатива снабжены также домкратами для жесткой установки во время съемки. Штатив обладает хорошей маневренностью при перемене точки съемки, особенно в узких проходах между декорациями, так как две лапы штатива могут быть установлены близко друг к другу. Телескопическая колонна обеспечивает бесшумный плавный подъем до 1750 мм над уровнем пола и опускание КСА при помощи ручного штурвального колеса.

Оригинальные *универсальные киносъемочные опоры двух типов с вакуумным присосом* разработаны и изготовлены на киностудии "Мосфильм" [54]: УКСО-76 — облегченный вариант и УКСО-77 — усиленный вариант. Они предназначены для быстрой установки КСА "Конвас-автомат" на гладких поверхностях (на крыше или капоте легкового авто-

мобилья, на поверхностях из пластика, стекла, на кафельных покрытиях и пр.) с помощью присасывающихся планшайб из вакуумной резины диаметром 110 мм. Специальный кронштейн и переходной удлинитель обеспечивают возможность установки опоры в разных плоскостях.

Особые опоры необходимы для проведения съемки под водой [208, 187]. *Подводный штатив-тренога 1ПШТ* состоит из площадки для установки съемочной и осветительной аппаратуры, шарового узла, треножного основания в виде раскидных лап, системы подвесных грузов, а также органов управления вращением и поворотом платформы. Штатив изготовлен из нержавеющей стали. Особенностью его конструкции является отсутствие резьбовых и пружинящих узлов, на которых быстро образуются наросты соли, что при долгом пребывании в морской воде может привести к заклиниванию.

Подводный универсальный штатив ПУШ [131] допускает регулирование по высоте в пределах 0,5 — 1,8 м и панорамирование (как непосредственное, так и с помощью штурвала и редуктора).

Штатив-якорь 1ПШЯ предназначен для крепления киносъемочной (и осветительной) аппаратуры в различном по глубине положении. В комплект этого штатива входят: якорь, рамка для крепления КСА, два барабана с тросом для изменения высоты положения аппаратуры и поплавка, обеспечивающего натяжение троса.

Панорамные головки. Использование кинокамеры, установленной на штативе в жестко фиксированном положении, обеспечивает проведение киносъемки при неизменном положении КСА относительно снимаемого объекта.

Простейшим способом движения камеры относительно снимаемого кадра является так называемое *панорамирование путем углового перемещения* во время съемки оптической оси КСА. Для осуществления панорамирования применяется специальное устройство — *панорамная* (панорамирующая) *головка*.

Панорамная штативная головка — очень важное для киносъемки устройство, так как служит одновременно для установки КСА, регулирования и фиксации его положения в пространстве во время подготовки к киносъемке и для поворота КСА во время съемки вокруг вертикальной и горизонтальной осей, причем панорамирование должно осуществляться плавно и в пределах возможно больших углов, а в случае звуковой съемки — и бесшумно. О важности плавного панорамирования свидетельствует тот факт, что 25 % брака, обусловленного неустойчивостью изображения, получается вследствие неудовлетворительных характеристик штативных головок [110]. Поэтому обеспечению равномерной скорости перемещения КСА на панорамирующей головке конструкторы уделяют большое внимание.

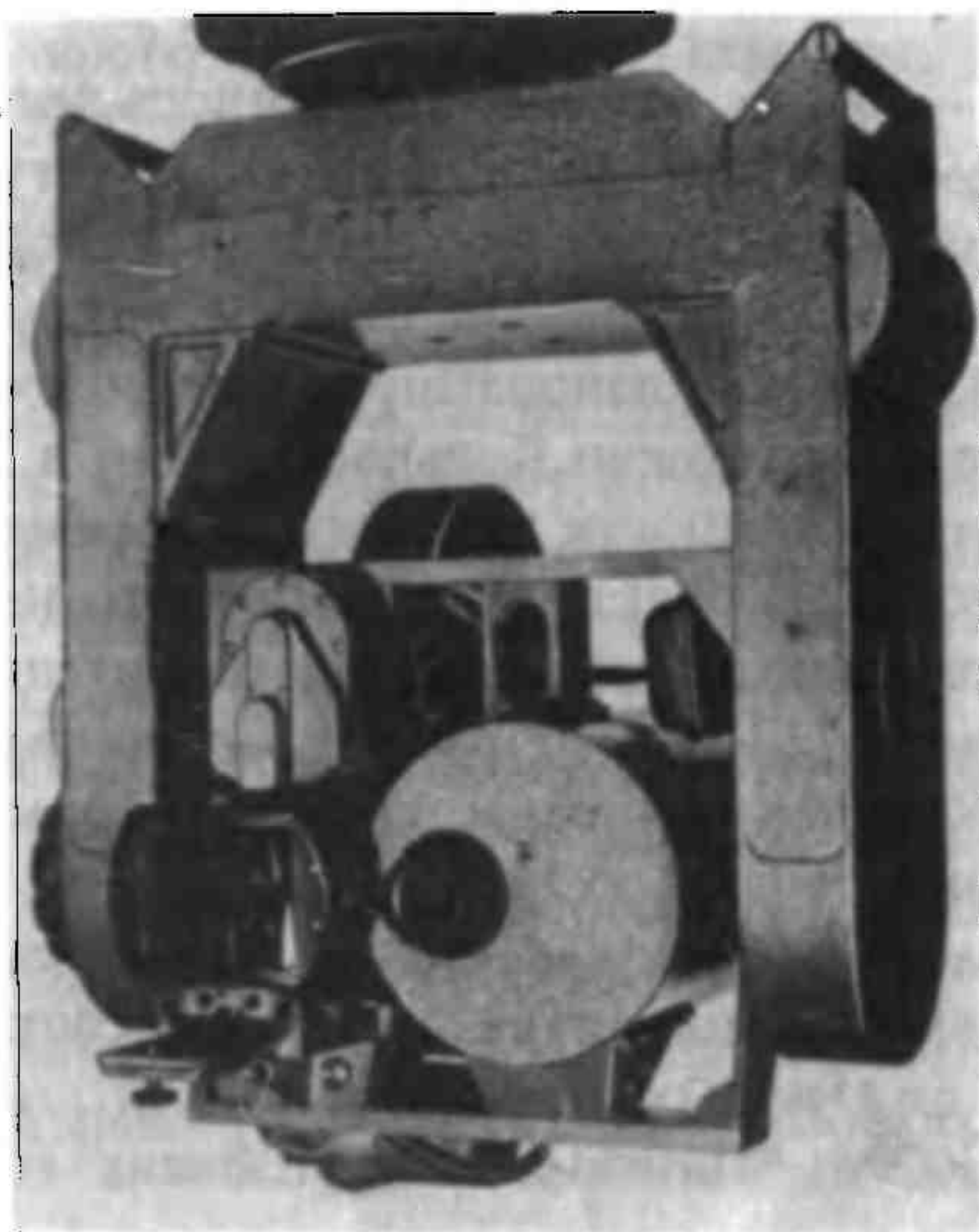
Наилучшие результаты обеспечивают головки с *системой гидравлического торможения* с использованием тяжелой силиконовой жидкости [200]. Такие головки выпускаются для новых отечественных штативов [50]. Например, в штативе 3ШКС-М "Пингвин-2" применена го-

ловка с жидкостным трением, обеспечивающая плавное и практически бесшумное панорамирование. В этой головке для уменьшения усилия при вертикальном панорамировании используется специальный *торсионный пружинный механизм*. Штатив 5ШКС также снабжен головкой с жидкостным трением и механизмом для регулирования усилия горизонтального панорамирования. Штативная головка "Торс" [50] с механизмом жидкостного трения обеспечивает плавность горизонтального и вертикального панорамирования при низком уровне шума, отвечающем требованиям синхронных съемок.

Выпускаются и штативные головки других типов. Штатив 3ШС имеет панорамную головку с *двумя инерционными механизмами*, обеспечивающими плавность выполнения горизонтальных и вертикальных панорам. Каждый из этих механизмов может работать при двух скоростях панорамирования, а для быстрых поворотов камеры инерционные механизмы могут быть отключены [50].

Новую панорамную штативную головку "Панахэд" (*Panahead*) *редукторного типа* разработала фирма "Панавижн" [120]. Она обеспечивает три скорости панорамирования, имеет дополнительную неотъемную плату, которая, будучи отклоненной вперед или назад, позволяет вести съемку вертикально вверх или вниз. Многоскоростные панорамные головки выпускают также фирмы "Захтлер" (*Sachtler*) и "Арри".

В некоторых случаях, например для покадровой съемки кукольных мультипликационных фильмов, требуются особые приемы панорамирования. Так, для обеспечения *дискретного панорамирования с заданным шагом* в штативной головке 1ШМ "Мульти" предусмотрено, что при повороте рукоятки панорамирования на один оборот опорная площадка поворачивается на 1° .



Для осуществления панорамирования *дистанционно управляемым КСА* применяются специальные панорамные головки. Так, киностудия "Ленфильм" давно разработала панорамную головку [4], позволяющую осуществить дистанционно управляемый поворот вокруг вертикальной и горизонтальной осей (рис. 4.11). Поворот камеры в горизонтальной плоскости может достигать до 360° , а в вертикальной — до $270-360^\circ$. Кроме того, при работе со специальным краном головка

Рис. 4.11. Дистанционно управляемая панорамная головка

допускает очень низкие точки съемки — до 15 см над уровнем земли. Система дистанционного панорамирования построена на основе сельсинов. Управление панорамной головкой осуществляется со специального пульта с помощью, штурвалов горизонтального и вертикального поворотов кинокамеры.

При использовании штативов следует учитывать так называемый *опрокидывающий момент*, возникающий в случае, если центр тяжести установленного на штативе КСА значительно выше оси качания механизма для вертикального панорамирования. Чтобы избежать этого, либо прилагают компенсирующее усилие пружины, либо применяют специальной формы направляющие движения опорной плиты штативной головки [52, 211].

Очень важна *правильная балансировка* КСА относительно панорамной головки. А так как особенностью современного съемочного процесса является применение крупногабаритных тяжелых объективов и различных дополнительных приспособлений, то в последнее время применяют специальные *устройства-столы*, устанавливаемые на штативах таким образом, чтобы обеспечивались оптимальная балансировка КСА с объективом и удобство слежения за объектом съемки [19]. Так, фирма "Арри" разработала специальную *переходную плату* для установки КСА на опоры. Эта плата имеет направляющие, которые позволили перемещать аппарат в различные положения в соответствии со смещением его центра тяжести при установке разных по размерам и массе вариообъективов, кассет и приспособлений [159].

В штативной головке "Торс" для уравнивания КСА с различным расположением центра тяжести опорная площадка головки также может перемещаться вдоль оси камеры в пределах 100 мм [50].

4.2.2. КИНОСЪЕМОЧНЫЕ ОПОРЫ ДЛЯ СЪЕМКИ С ДВИЖУЩИХСЯ ОСНОВАНИЙ

Подвижность КСА — одна из характерных черт современного кинематографа, и кинооператоры изыскивают все новые и новые возможности динамической съемки в различных, порою очень необычных условиях. Например, на зимней и летней Олимпиадах 1976 года предпринималось много попыток осуществить динамическую съемку с различных движущихся оснований [19]: с велосипеда (камера устанавливалась на руле); с каноэ (камера устанавливалась на боку лодки); с шеста (при прыжках с шестом); с лыж во время прыжков с трамплина (камера прикреплялась непосредственно к лыжам); с лошади, преодолевающей препятствия (камера была закреплена под животом лошади).

При съемке с движения во многих случаях снижается качество отснятого материала из-за вибрации и качки КСА, приводящих к недопустимому смещению (нестабильности) изображения на киноплёнке и к изменению угла горизонта в кадре.

Степень влияния этих неблагоприятных факторов на качество изображения на экране зависит от характера и среды движения, от амортизирующих свойств самого движущегося основания, от критич-

ности изображения в кадре, от частоты кадров, от расстояния до объекта киносъемки, от фокусного расстояния объектива и др., что определяет, в свою очередь, меры стабилизации, соответствующие конкретным условиям.

Так, в наиболее благоприятных условиях можно использовать описанные выше обычные опоры и для съемок с движущихся объектов.

Стабилизатором положения кинокамеры может в определенных условиях служить сам оператор. Несложными техническими средствами, помогающими кинооператору при съемке с движения, являются разнообразные *плечевые, нагрудные, поясные штативы*.

Так, *плечевой штатив 1-ШП [50]* состоит из металлического плечевого и поясного упоров, соединенных между собой перемычкой, и закрепляется на кинооператоре ремнями. Киностудии нередко собственными силами разрабатывают и изготавливают такие относительно простые штативы, имеющие различные конструкции [164].

К этому же типу опор можно отнести *операторский шлем-опору*, на который крепится портативная кинокамера, образующая со шлемом единую конструкцию [142]. Эта система освобождает руки оператора от управления кинокамерой, когда ему приходится выполнять одновременно функции шофера, пилота, наездника. Важной особенностью такой системы является то, что киносъемочный объектив "смотрит" туда, куда смотрят глаза оператора, что придает снятому материалу реалистический характер. Подобная отечественная система использовалась для съемки в воздухе фигурного парашютизма.

Однако во всех этих случаях имеет место жесткая или полужесткая связь кинокамеры с корпусом оператора, в результате чего вибрация, толчки или качания сравнительно легко передаются кинокамере, изменяя ее положение относительно снимаемого объекта. Существенными недостатками таких опор являются весьма ограниченная возможность перемещения КСА относительно корпуса оператора при сложном панорамировании, а также сложность визирования снимаемого изображения.

При съемках с движения на плавучих средствах (плотах, катерах, теплоходах), т.е. там, где необходимо сохранять стабильность снимаемого изображения при значительной амплитуде колебаний водной поверхности, применяют *маятниковые штативные опоры МШ-77*, снабженные амортизационным пружинным устройством [54, 55].

Однако перечисленные относительно простые технические средства не обеспечивают надлежащего качества изображения как при съемке с рук, так и при съемке с опоры, установленной на движущихся транспортных средствах. Решение этой проблемы может быть найдено только путем разработки более сложных специальных устройств компенсации колебаний КСА¹.

¹ Термин "устройства компенсации колебаний КСА" предложен [191, 193] в качестве общего взамен ранее применявшегося термина "устройства стабилизации КСА", поскольку кроме собственно стабилизации (положения КСА в пространстве или стабилизации изображения в КСА) должна быть решена задача демпфирования колебаний КСА.

Необходимость применения специальных устройств компенсации колебаний КСА обусловлена тем, что, как уже упоминалось, в современном кинематографе роль съемок с движения велика, по мнению многих специалистов она возрастает (часто говорят о "свободной", "раскрепощенной" камере). Считают, что размах смещающихся во времени изображений на киноплёнке при реальных частотах вибраций КСА не должен превышать 15 — 45 мкм, а угловая точность стабилизации при применении объективов с $f' = 250 \div 500$ мм должна достигать 6" и менее.

Попытки решения проблемы компенсации колебаний кинокамеры показали, что выход может быть найден только за счет применения сравнительно сложных и дорогостоящих устройств и систем [109, 176, 191, 193]: оптической компенсации колебаний изображения в КСА (систем оптической стабилизации изображения); гироскопического или механического демпфирования колебаний КСА; гироскопической стабилизации положения КСА.

Каждой из этих групп присущи специфические свойства и характеристики, обусловленные физическим принципом действия и конструктивными решениями, а также эксплуатационные особенности и области применения.

В системах *гироскопического демпфирования колебаний КСА* (гиродемпферах) осуществляется пассивная гироскопическая компенсация угловых колебаний КСА за счет гироскопических моментов, возникающих при движении гироскопов по осям прецессии под влиянием возмущающих воздействий. Число гироскопов пропорционально числу пространственных осей, по которым производится компенсация. Достоинство таких систем — относительная компактность устройств. Недостатки — низкая эффективность на низких частотах возмущений, весьма ограниченная скорость панорамирования, а также необходимость в электропитании гироскопов. В принципе некоторые недостатки гиродемпферов устранимы, однако при этом существенно возрастают масса, габаритные размеры и энергопотребление устройств.

Системы *оптической компенсации колебаний изображения в КСА* (или системы *оптической стабилизации изображения*) позволяют при угловых перемещениях КСА достичь неизменности положения изображения объекта на киноплёнке с помощью дополнительной специальной оптической системы, управляемой гироскопом. Такие системы обеспечивают относительно высокую точность стабилизации при компактности устройств, но в небольшом диапазоне угловых колебаний кинокамеры.

Системы *механического демпфирования колебаний КСА* могут обеспечить демпфирование как угловых, так и линейных колебаний корпуса КСА за счет использования средств амортизации и инерционных свойств сбалансированного подвеса КСА. Демпфирование линейных колебаний в большинстве случаев осуществляется с помощью упругого подвеса, а угловых — за счет обеспечения необходимых степеней свободы и совмещения центра тяжести вращающейся системы с соответствующей осью

вращения. Эффективное демпфирование линейных колебаний имеет место в высокочастотной области, угловые колебания эффективно демпфируются на низких частотах. Достоинствами таких систем являются удобство управления положением КСА, относительная простота конструкций, а недостатками — невозможность сохранения заданного положения КСА в пространстве, недостаточная эффективность демпфирования (особенно при низких частотах), возмущающих воздействий, так как требуемое на низких частотах увеличение моментов инерции влечет за собой нежелательное увеличение массы и особенно габаритных размеров устройств.

Системы *гироскопической стабилизации положения КСА* обеспечивают неизменное положение КСА в пространстве или относительно выбранных ориентиров: плоскости горизонта (что бывает очень важно при киносъемках на натуре и чего не позволяют достичь другие системы), некоторого произвольно заданного направления, подвижного основания (палубы корабля, кузова автомобиля и пр.), а также относительно некоторой "неподвижной" (вследствие основного свойства свободного гироскопа сохранять свое положение неизменным относительно инерциального пространства) опоры, на которую устанавливается КСА, что позволяет выполнять кратковременную киносъемку при исключении угловых колебаний основания. Достоинствами систем гироскопической стабилизации положения КСА является высокая точность стабилизации по всем трем пространственным осям, плавность панорамирования даже при относительно высоких скоростях панорамирования и обеспечение горизонтальности кадра. Кроме того, в основанных на этой системе гироскопических стабилизаторах можно осуществить дистанционное управление положением КСА без дополнительных приводов. Недостатками подобных систем являются их высокая сложность и стоимость, а также худшие по сравнению с другими системами массогабаритные показатели.

Комбинированные системы компенсации колебаний КСА, основанные на сочетании каких-либо из четырех рассмотренных систем, могут оказаться весьма эффективными за счет суммирования их достоинств.

Рассмотрим в качестве примеров реализации систем компенсации колебаний КСА некоторые из устройств, нашедшие практическое применение. При этом целесообразно разделить устройство компенсации колебаний КСА на две группы по характеру применения при киносъемках: для съемки с рук и для съемки с движущихся транспортных средств.

Устройства компенсации колебаний КСА при съемке с рук. Условия киносъемки с рук настолько многообразны, а требования к аппаратуре компенсации (как к их качественным показателям, так и в отношении массы, габаритных размеров и энергопотребления) настолько серьезны, что задача создания устройства для этой цели является весьма сложной.

Первыми устройствами такого назначения были гиродемпферы

различных моделей, которые имели массу примерно 3 кг, небольшие габаритные размеры и прикреплялись непосредственно к основанию КСА. Однако они не получили практического применения в практике фильмопроизводства.

Известны попытки разработки устройств, основанных на гироскопической стабилизации положения КСА, в частности ручного аппарата типа "Конвас-автомат" [191]. Масса этих экспериментальных устройств составляла 3—4 кг. Широкого практического использования они не нашли.

Из оптических стабилизаторов изображения в мире наиболее известны устройства типа "Диналенз" с жидкостным преломляющим клином и зеркальный стабилизатор "Аррифлекс", данные о которых были приведены выше. В практике отечественного фильмопроизводства оптические стабилизаторы широкого применения не нашли.

Гироскопы колебаний КСА и оптические стабилизаторы изображения компенсируют, как уже говорилось, угловые колебания КСА. При киносъемке с рук, т.е. обычно при небольших расстояниях до объекта съемки, влияние на качество изображения угловых перемещений КСА становится менее заметным, чем линейных. Поэтому компенсация угловых колебаний КСА даже при высокой эффективности устройства является недостаточной, а необходима также и компенсация линейных колебаний КСА.

Такую комплексную задачу — компенсацию как угловых, так и поступательных перемещений КСА — могут решать устройства, основанные на механическом демпфировании колебаний и использующие в частности инерционный карданный подвес и шарнирно-рычажную систему амортизации.

Первым устройством такого рода было "Стэдикам", промышленный образец которого был выпущен фирмой "Синема продактс" в 1976 г. [126]. Устройство состоит из следующих основных частей: жилета, надеваемого на оператора¹; прикрепляемой к жилету специальной стрелы; подвеса с камерой и блоком электропитания, укрепляемого на свободном конце стрелы. Вся система сбалансирована так, что камеру удерживает в пространстве не рука оператора, а "рука-стрела", оператор же только управляет кинокамерой, придавая ей нужное положение в пространстве небольшим (менее 9 Н) усилием своей руки.

Устройство "Стэдикам" позволяет получить в достаточной мере качественное изображение при различных движениях оператора с камерой: беге, прыжках, беге по ступеням лестницы вверх и вниз и т.п., а также при наклонах и поворотах камеры. Для этой системы был разработан новый ТВ-визир с монитором на особой телевизионной трубке повышенной яркости, что позволило пользоваться им даже при прямом солнечном свете.

¹Вероятно, по этой причине устройство "Стэдикам" называют поясно-плечевым демпфирующим штативом (лучше не штатив, а опора), а также нательным (корпусным) стабилизирующим устройством.



Рис. 4.12. Стабилизирующее устройство "Горизонт" в рабочем положении и его компоненты

Отечественное механическое демпфирующее устройство "Горизонт" (рис. 4.12) для ручной кинокамеры 1КСРШ разработано на киностудии "Мосфильм" в 1977 г. [60, 130]. Система рассчитана на работу с любым КСА или ТВ-камерой массой до 8 кг. Кинооператор может в процессе съемки свободно перемещаться с КСА по сложному профилю местности, по лестницам, по различным уклонам, по лесу и т.д. (т.е. там, где нет возможности проложить рельсы) и осуществлять при этом горизонтальное панорамирование на 360° и вертикальное в пределах до $\pm 45^\circ$ или оба эти движения одновременно.

Устройство состоит из трех основных частей: жилета, пантографа, подвеса с камерой.

Карданный подвес имеет опорную площадку для установки КСА и противовес. Пантографы поддерживают аппарат и служат для гашения вибрации, толчков и различных колебаний, возникающих в процессе передвижения оператора. Они являются основным элементом компенсации изменения положения КСА относительно снимаемого объекта. Пантографы представляют собой кинематически сложную шарнирно-рычажную систему с установленными в каждом пантографе калиброванными пружинами, удерживающими всю систему в равновесии. Каждый из пантографов имеет шарнирные узлы, позволяющие совершать сложные движения в пространстве. Один из пантографов посредством



Рис. 4.13. Использование кинооператором демпфирующего устройства "Вертикаль"

специального узла крепится к жилету, который служит для равномерного распределения нагрузки, передаваемой КСА на корпус оператора. Конструкция жилета полужесткая, она обеспечивает возможность ряда регулировок, позволяющих быстро подогнать жилет по фигуре оператора.

Общая масса устройства "Горизонт" с КСА 1КСРШ составляет 24 кг (жилет — 3,5 кг, пантографы — 5,5 кг, подвес с камерой — 15 кг). При дальнейшей модификации устройства удалось уменьшить его массу на 6 кг [131].

Поскольку основным требованием, предъявляемым к подобному устройству, является его свободное перемещение в пространстве, ни оператор, ни режиссер не могут наблюдать за композицией кадра обычным способом, а ассистент оператора не может обычным способом наводить на фокус в процессе съемки. В связи с этим устройство должно иметь ТВ-визир и систему дистанционного управления фокусировкой объектива. Система ТВ-визирования состоит из ТВ-камеры, видеоконтрольного устройства и электронной схемы. Система дистанционного фокусирования состоит из исполнительного механизма, сочлененного с объективом, электронного блока и ручки блока управления. Дистанционное управление фокусировкой объектива осуществляется ассистентом оператора с использованием гибкого кабеля управления.

Опытная партия таких устройств успешно применяется на нескольких киностудиях страны. Устройство "Горизонт" изготовлено на киностудии "Мосфильм" также для широкоформатной кинокамеры 1КСШР.

Дальнейшая модернизация устройства "Горизонт" привела к созданию на киностудии "Мосфильм" новой модели демпфирующего устройства под названием "Вертикаль", где дополнительно применены гироблоки, которые расположены в нижней части подвеса (рис. 4.13). Устройство "Вертикаль" обеспечивает более эффективное демпфирование колебаний

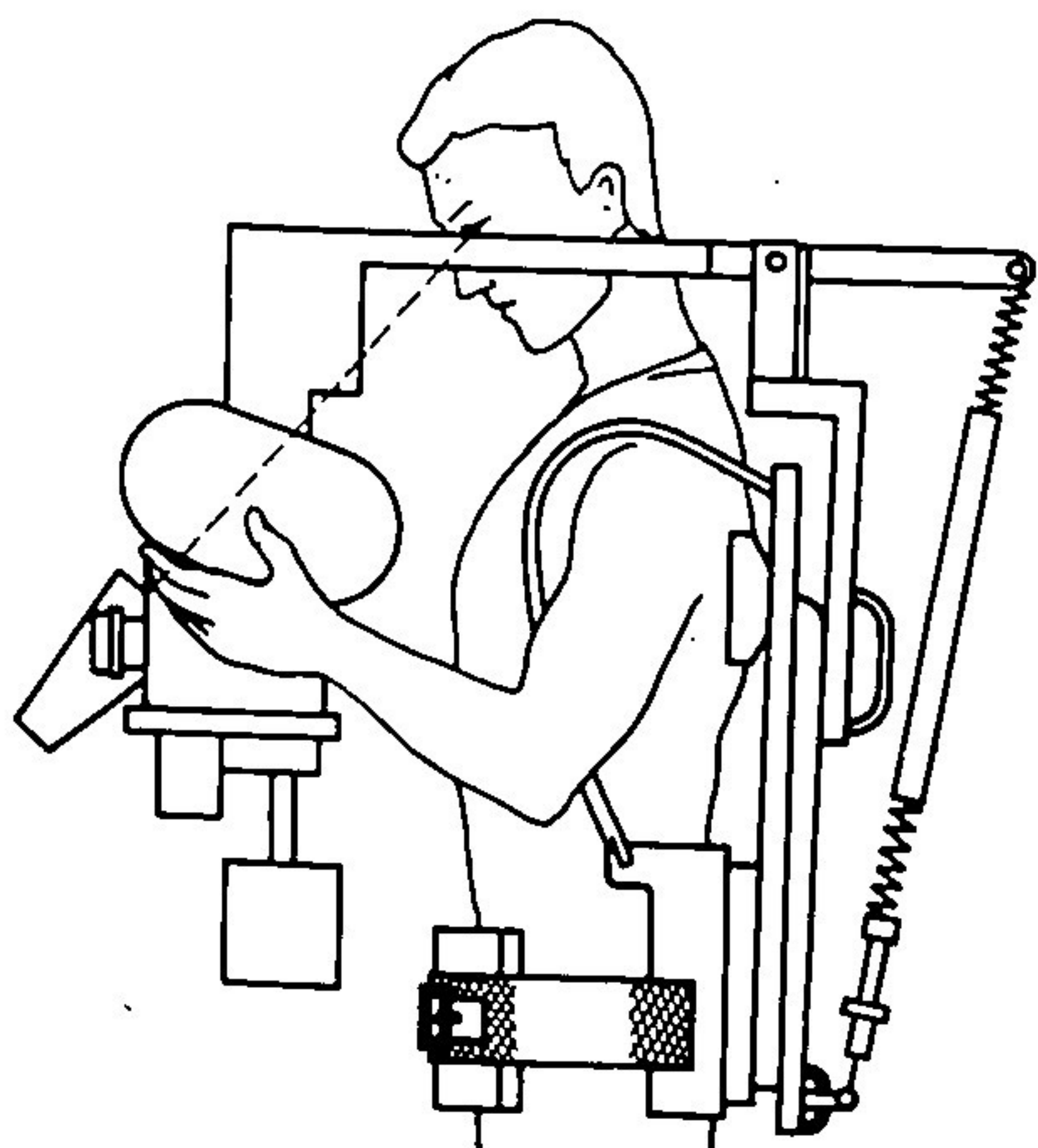


Рис. 4.14. Вариант стабилизирующего устройства КСА

КСА, а за счет использования гиromоторов с большим кинетическим моментом обеспечивается высокостабильное панорамирование. Отличительной чертой устройства "Вертикаль" является также наличие отдельного узла визирования, который закрепляется на голове кинооператора.

Определенный интерес для кинооператоров может представлять конструкция, представленная на рис. 4.14. Известны и другие предложения по устройствам компенсации колебаний ручного или плечевого КСА, например гиростабилизированная платформа для крепления КСА, располагаемая на плече кинооператора и управляемая микропроцессором, и др. [158].

Применение лучших из описанных стабилизирующих устройств для ручных КСА расширяет творческие возможности оператора при съемке фильмов, в частности становится возможной съемка сложных проходов, панорам любой длины и траектории, даже в тесных естественных интерьерах. При этом отпадает необходимость применения штативов, рельсовых и безрельсовых операторских тележек и других передвижных устройств.

Однако следует отметить, что для эффективного использования таких устройств кинооператору необходима соответствующая подготовка. Ведь закрепляя на своем туловище устройство, кинооператор становится неотъемлемой частью системы человек — демпфирующее устройство, центром тяжести которой нужно управлять в динамическом режиме.

Устройства компенсации колебаний КСА при съемке с движущихся транспортных средств. В принципе, стабилизирующие устройства, используемые для киносъемки с рук при движении оператора, могут быть использованы и при киносъемке с движущихся транспортных средств. Поэтому, например, устройство "Стэдикам" выпускается также в варианте, рассчитанном на съемку с вертолета.

Однако разрабатываются и специальные средства стабилизации положения кинокамеры применительно к условиям съемки с движущихся транспортных средств в СССР, Канаде, Англии, Франции, НРБ [104, 111].

Разработанное МКБК так называемое *операторское кресло "Демпфер" 1КОД* [15, 130] (рис. 4.15) представляет собой виброзащищенную опору в виде инерционного карданного подвеса и предназначено для стабилизации углового положения КСА при проведении съемок

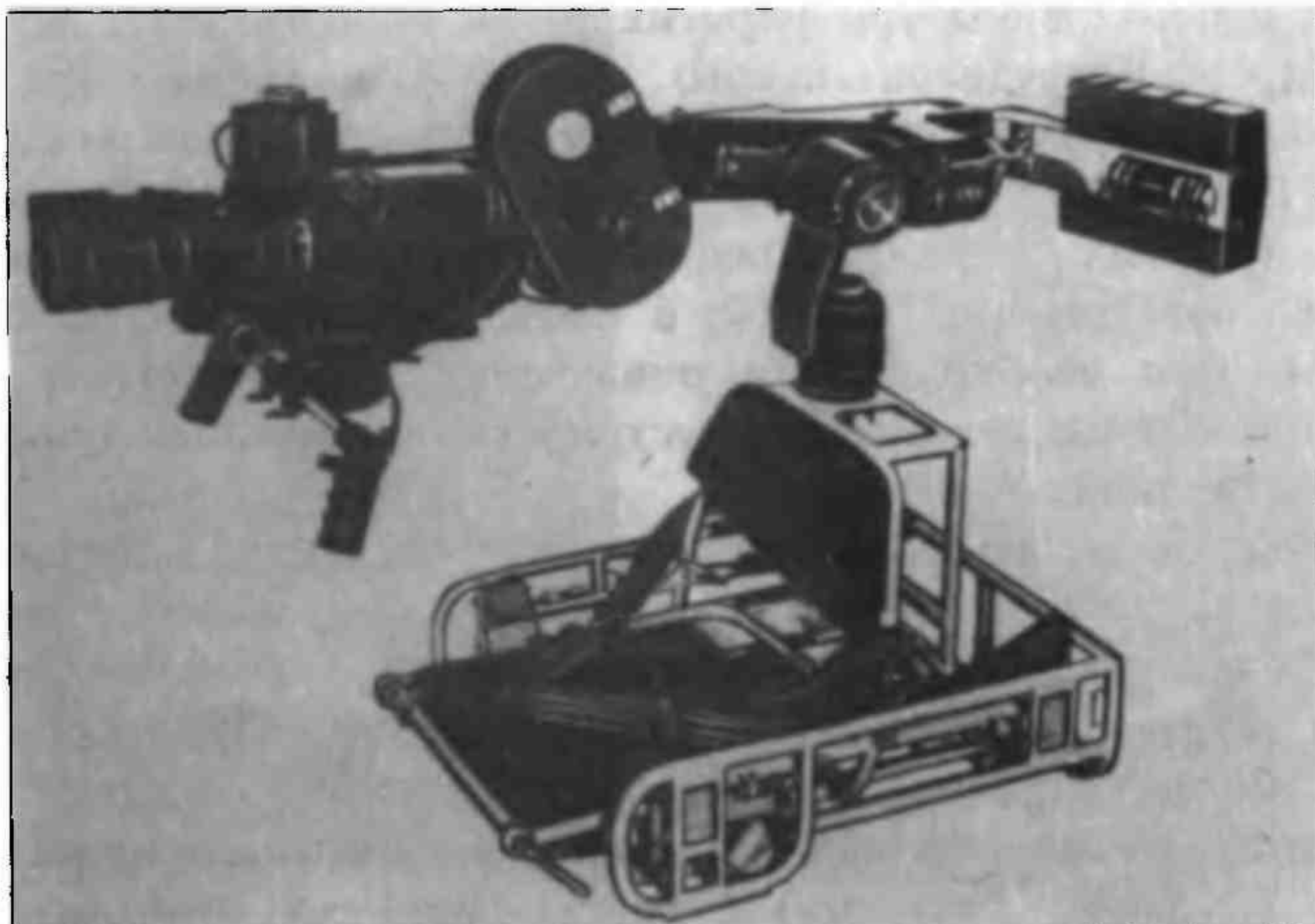


Рис. 4.15. Операторское кресло 1КОД

ручной кинокамерой с различных движущихся оснований, а также для проведения специальных киносъемок в павильоне.

Операторское кресло обеспечивает возможность использования КСА массой до 21 кг. В конструкции операторского кресла используется принцип демпфирования вынужденных колебаний массами на карданных подвесах, отбалансированных таким образом, что центр тяжести системы, включая комплекс киноаппаратуры, при любых панорамах остается в точке пересечения осей карданов. Коэффициент демпфирования колебаний в области частот 6–11 Гц составляет примерно 3–5. Конструктивно устройство состоит из трех основных узлов: системы карданных подвесов для установки комплекта киноаппаратуры; сидения кинооператора с площадкой для крепления карданных подвесов; рамы для жесткого крепления опоры к полу вертолета.

По сравнению с аналогичными устройствам кресло 1КОД имеет следующие достоинства: для демпфирования колебаний КСА, возникающих от рук оператора, а также колебаний резонансного характера все поворотные узлы снабжены фрикционными парами жидкостного трения, где используется силиконовая смазка; в поворотных узлах имеются устройства, позволяющие оператору регулировать усилия при панорамировании.

Панорамирование по вертикали и горизонтали можно осуществлять в пределах $\pm 70^\circ$. Хорошее качество снятого материала достигается при применении объективов с фокусными расстояниями до 200 мм. При проведении специальных павильонных съемок система подвесов кинокамеры может устанавливаться на любой штатив или другую опору.

Болгарская система "Гелиовизион-73" [104], выполненная также в виде операторского кресла, имеет демпфирующее устройство,

в котором использованы три упругих резиновых кольца с возможностью регулировки предварительного сжатия одного из них. Установка позволяет осуществлять панорамирование по горизонтали в пределах 300° , по вертикали $\pm 45^\circ$ и поворот вокруг оптической оси камеры в пределах $\pm 45^\circ$. Предусмотрена возможность дистанционного управления камерой и ОПФ, а также радиосвязи с пилотом или режиссером. При необходимости повышения эффективности стабилизации на головку балансирующего устройства устанавливается авиагироскопический стабилизатор.

Известны также виброзащищенные устройства для киносъемки с движущихся средств, представляющие собой *инерционные карданные подвесы*. Их выпускают фирмы "Континентал камера систем" (*Continental Camera System*, США) [7], "Тайлер" (*Tyler*, США), "Геливижн" (*Helivision*, Канада) [111].

Широкими возможностями обладает специальная киносъемочная установка "Весскам" (*Wesscam*) с гироскопическим стабилизирующим устройством для съемки с движущихся объектов (вертолета, автомобиля, лодки, саней и др.), которая была разработана и изготовлена фирмой "Истэк" (*Istec*, Канада) для съемок на XXI Олимпиаде в Монреале в 1976 г. [19, 181]. Установка выполнена на основе силового гиростабилизатора, позволяющего сочетать высокую точность стабилизации, достаточную для съемок объективами с $f' = 1000$ мм и более, широкий диапазон регулируемых скоростей панорамирования (от десятых долей до десятков угловых градусов в секунду), автоматическое обеспечение горизонтальности кадра, дистанционное и местное управление положением КСА, параметрами объектива, частотой киносъемки. Имеется также ТВ-визир.

Высокая точность стабилизации положения КСА в сочетании с хорошей управляемостью кинокамеры достигается также при применении *индикаторных гироскопических стабилизаторов*. Можно считать, что они наиболее полно удовлетворяют всем технологическим требованиям к подобным устройствам, так как при меньших, чем у силовых гиростабилизаторов, габаритных размерах, массе и энергопотреблении индикаторные гиростабилизаторы имеют преимущества в точности стабилизации и скорости панорамирования. Применение индикаторного стабилизатора позволяет значительно сократить время на подготовку устройства к работе для разгона гиромоторов.

Научно-исследовательский кинофотоинститут (НИКФИ), МВТУ и МКБК разработали трехосный индикаторный гироскопический стабилизатор положения КСА для съемок с движущихся транспортных средств типа 2ГСП (гиростабилизированная платформа [191]). В устройстве (рис. 4.16) применен аппарат 1КСР-2М с объективом 35 ОПФ 15, система дистанционного управления положением аппарата и параметрами ОПФ и ТВ-визир. Точность угловой стабилизации положения КСА $4''$, что позволяет использовать объективы с фокусным расстоянием до 2000 мм. Автоматически поддерживается горизонтальность кадра, и

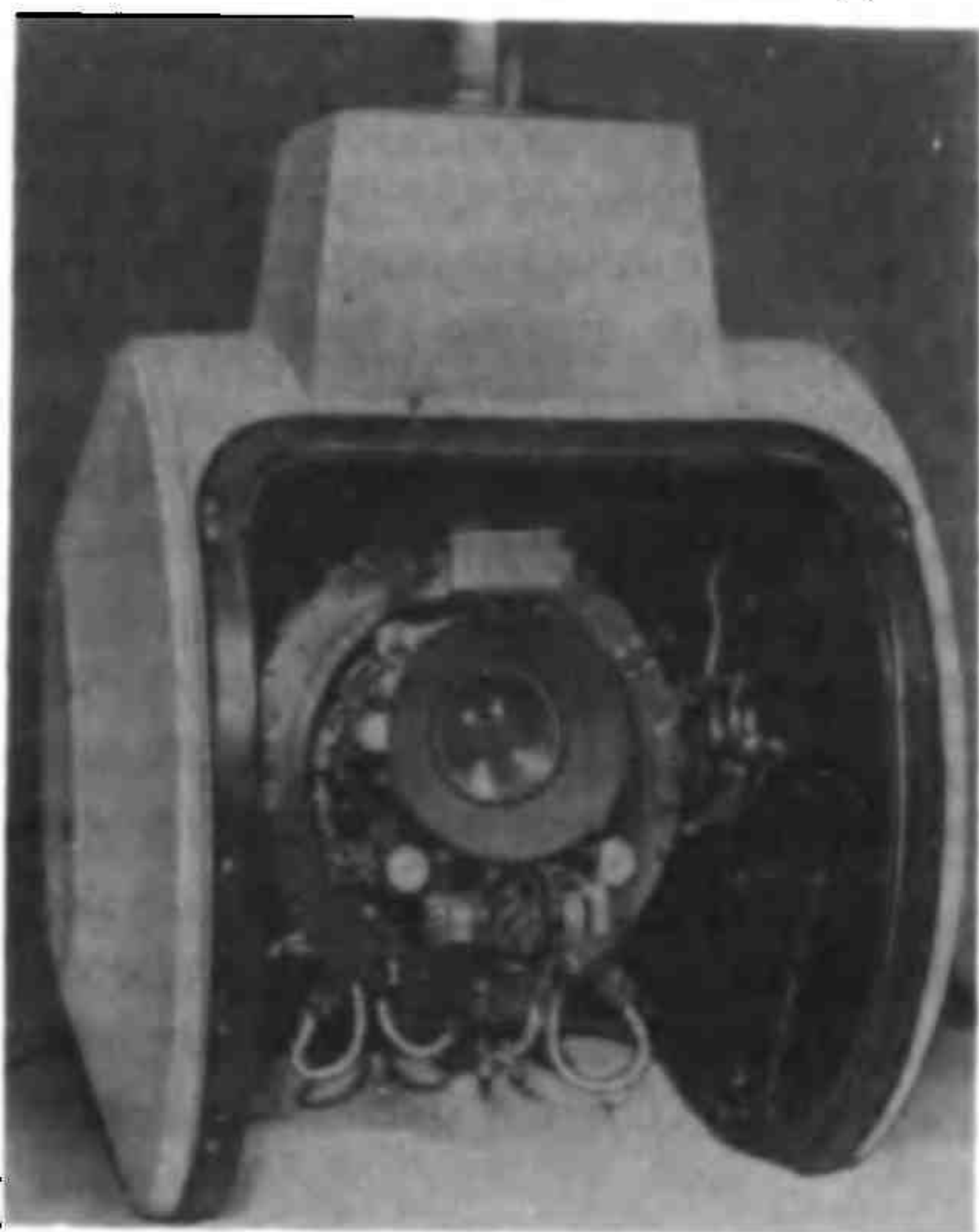


Рис. 4.16. Гироскопическое стабилизирующее устройство 2ГСП: слева – гироскопический подвес с КСА в защитной оболочке; справа – пульт дистанционного управления

панорамирование осуществляется вокруг истинной вертикали при любых эволюциях транспортного средства, обеспечивается широкий диапазон скоростей панорамирования ($0,05 - 30^\circ/\text{с}$) [131]. Углы панорамирования составляют: по горизонтали – 360° , по вертикали вверх – 30° , вниз – 70° .

Особенность стабилизации положения КСА заключается также в том, что положение его центра тяжести изменяется в процессе киносъемки, что связано с перемещением оптических компонентов при изменении параметров объектива, а также с перематкой киноплёнки в кассете. Для исключения разбалансировки платформы при киносъемке применены системы вертикальной и горизонтальной автоматической балансировки.

Отклонение платформы с кинокамерой от системы координат, задаваемой гироскопом, вызывает появление сигнала, по которому к платформе прикладывается стабилизирующий момент. Система стабилизации весьма сложная, благодаря чему достигается очень высокая точность стабилизации положения кинокамеры. В данной установке применены два способа управления: слежение за положением опоры, например штативной головки, управляемой оператором, и дистанционное управление с пульта.

Для обеспечения горизонтальности кадра в устройстве применены система горизонтальной коррекции, содержащая маятник, вычислительное устройство и датчики моментов по осям прецессии гироскопа. С помощью вычислительного устройства обеспечивается гори-

зонтальное панорамирование вокруг истинной вертикали при наклонах КСА.

Гиростабилизатор размещен внутри защитной сферической аэродинамической оболочки с иллюминатором для киносъемки, что позволяет устанавливать устройство практически на любое транспортное средство [131].

Приведенные данные свидетельствуют, что универсального устройства для динамических киносъемок, отвечающего всем предъявляемым к ним требованиям, нет. Поэтому нужен набор различных устройств такого назначения. В СССР разработаны, как указывалось, все виды устройств компенсации колебаний КСА, которые составляют аппаратный ряд, обеспечивающий широкие технологические возможности при киносъемках.

Можно предположить, что для киносъемки с рук получат дальнейшее развитие и применение механические средства демпфирования корпуса КСА, средства стабилизации изображения в КСА и комбинация этих двух видов.

Для киносъемки со стационарных опор перспективны комбинации устройств типа операторского кресла с гироскопическими системами стабилизации изображения, а также сложные двух- и трехосные гиростабилизированные платформы с дистанционно или автоматически управляемым КСА.

4.2.3. ОПЕРАТОРСКИЙ ТРАНСПОРТ

Операторские тележки. Панорамные штативные головки, как было отмечено, позволяют осуществлять лишь угловое перемещение КСА, его оптической оси. Для осуществления же поступательного движения кинокамеры в процессе съемки чаще всего применяются *операторские тележки*.

На киностудиях используются тележки различных типов. Для осуществления плавного передвижения съемочной камеры по заданной траектории чаще всего используются *рельсовые тележки*, применяемые как в павильоне, так и на натуре. Достоинство рельсовой тележки — точность повторения отрепетированной панорамы и плавный ход. Недостатки — громоздкость рельсового хозяйства, длительность подготовки к съемке и трудность оперативного изменения трассы движения камеры.

Пневмоколесная тележка при достаточно ровной поверхности пола, почвы позволяет быстрее подготовить съемку и добиваться различных вариантов траектории движения, но точное воспроизведение отрепетированной трассы очень затруднительно.

Основное требование к операторским тележкам — это *плавность и бесшумность хода*. Так, например, в тележке ОТР-2 [50] плавность хода на неровностях и стыках рельс достигается применением восьми обрезиненных желобчатых колес, собранных попарно на четырех отдельных каретках. Все каретки имеют свободную подвеску, позволяющую им легко устанавливаться по рельсу. Кроме того, две каретки могут в не-

которых пределах перемещаться в поперечном направлении для компенсации возможных неточностей в расстоянии между рельсами.

В отличие от тележки ОТР-2, имеющей гладкую площадку для установки кинокамеры на штативе, другая рельсовая тележка — 1ТОР — имеет расположенное на платформе поворотное устройство, на котором крепится выдвижная телескопическая колонна со штативной головкой для установки кинокамеры и сидений кинооператора и ассистента.

Для облегчения работы на тележках с тяжелыми КСА в некоторых моделях используется *гидравлический привод*. Так, тележка "Малышка" 1-ТОМ имеет две сменные телескопические колонны, одна из которых — с гидравлическим механизмом для изменения высоты установки камеры. Действие гидравлического привода обеспечивается баллоном сжиженной углекислоты.

Крупные киностудии страны нередко сами разрабатывают и изготавливают некоторые модели тележек [164]. Недостаток тележек — практическая невозможность изменять высоту съемочной точки в ходе съемки.

Новейшие модели операторских тележек [174] имеют систему *автоматического управления движением* от микропроцессора по установленной кинооператором программе с плавным изменением скорости движения в обоих направлениях. Система электропитания — универсальная (от встроенной батареи аккумуляторов и от электросети).

В случае применения рельсовой тележки в системе комбинированных киносъемок, например в системе ACES [2], где требуется очень точная повторяемость всех возможных движений по различным направлениям (наклоны, панорамирование по вертикали и горизонтали, поступательное движение вверх, вниз, вперед, назад, вправо, влево — всего двенадцать видов движений), требования к точности движения тележки возрастают и достигают 0,25 мм (а точность панорамирования и поворотов кинокамеры в дистанционно управляемой головке составляет 0,01°).

Операторские краны. Если на обычную операторскую тележку установить стрелу, с помощью которой можно перемещать КСА во время съемки по сложным траекториям, то получится операторский кран, называемый *краном-тележкой*. Так и сделано, например, в кране-тележке 1-УКТ [50], которой можно пользоваться в двух вариантах: как тележкой с телескопической колонной, выдвигаемой гидравлическим приводом, и как краном при установке на колонну стрелы с вылетом 1,72 м, на которой крепятся кинокамера и сидение кинооператора, а также уравновешивающий груз. Ходовая часть крана-тележки 1-УКТ имеет три комплекта сменных кареток со сдвоенными для увеличения устойчивости обрезиненными колесами: для перемещения по гладким полам, трубчатым рельсам с большим и малым радиусом закругления.

Для большего удобства в работе, лучшей повторяемости траектории движения камеры, отработанной на репетиции, поворотные устройства снабжаются лимбами и указателями, как это сделано, например, в кране-тележке "Малыш" 1-ТОП, имеющем стрелу с вылетом 1,17 м, приводимую в движение гидравлическим механизмом.

Для управления стрелой применяют также гидроэлектрическую систему, как, например, в кране-тележке "Мантис" (*Mantis*) [141], являющейся модификацией ранее выпускавшейся модели "Спайдер" (*Spider*), электропитание которой осуществляется постоянным или переменным током.

Обычно кинооператорские краны-тележки и малые краны позволяют перемещать кинокамеру по вертикали от уровня 0,3 – 0,5 м до 1,7 – 2,0 м над полом. Отечественная промышленность выпускает малый операторский кран с бесшумным пневмогидроприводом 2МКТ и пантографический кран-стрелку 1КС [208]. Средний операторский кран с ручным управлением КОС-10П, устанавливаемый на платформе-тележке на колесах, имеет вылет стрелы 3 м. Рабочая площадка крана рассчитана на установку тяжелой кинокамеры и размещение кинооператора с ассистентом и независимо от положения стрелы крана может поворачиваться вокруг вертикальной оси. При всех положениях стрелы площадка с кинокамерой автоматически сохраняет горизонтальность положения [50].

Целый ряд специальных кранов разработан и изготовлен киностудиями страны. Так, на киностудии им. Довженко изготовлены краны со стрелами 3, 5, 7, 9, 25 м [89, 164].

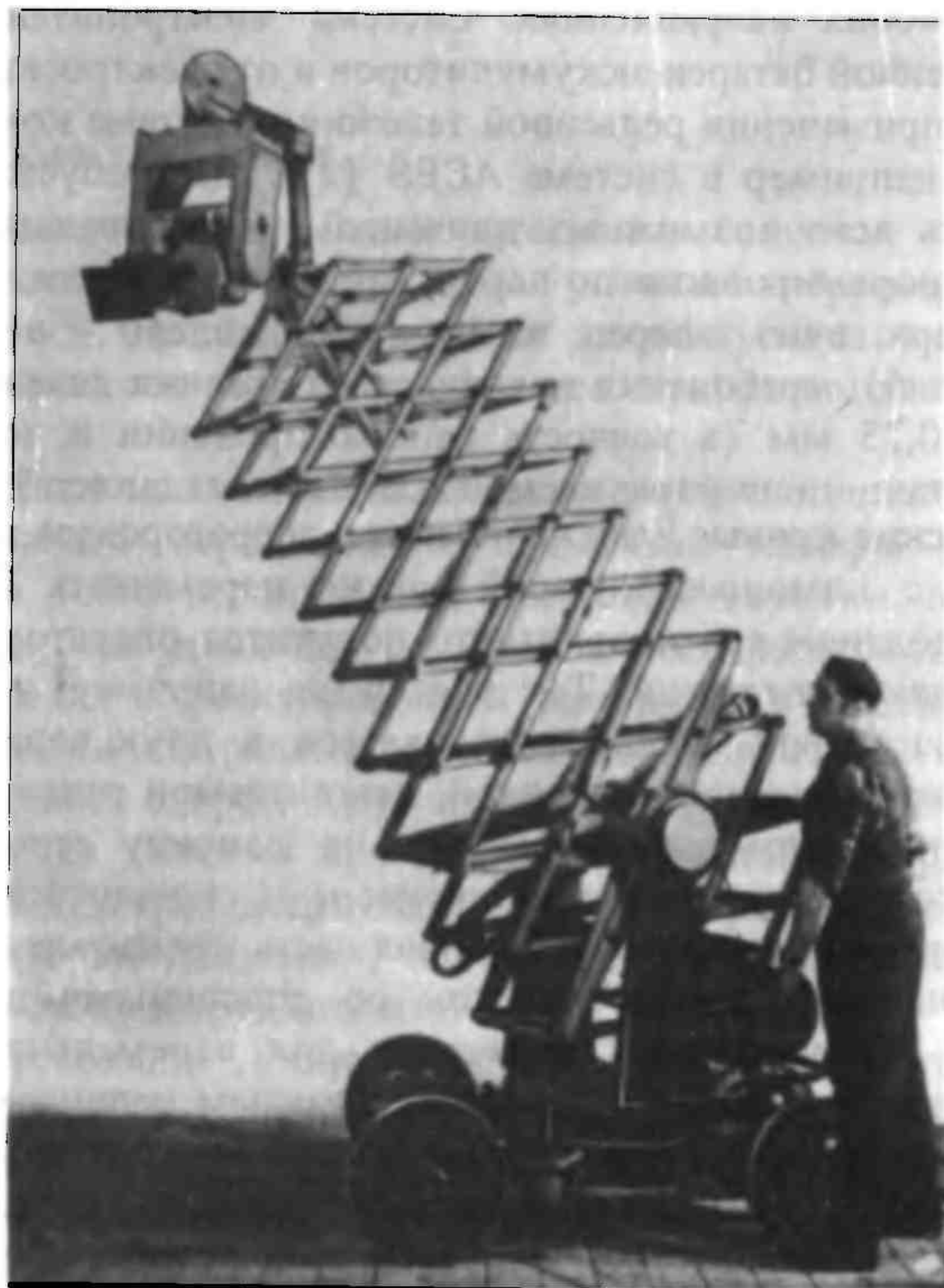


Рис. 4.17. Операторский кран с плавно изменяющимся вылетом стрелы



Рис. 4.18. Операторский кран с цепным балансирным устройством

На киностудии "Ленфильм" создан оригинальный кран с *плавно изменяющимся вылетом стрелы* для дистанционно управляемых КСА (рис. 4.17) [170]. Стрела крана — шарнирно-рычажная система на подшипниках качения, выполненная из стальных труб. На рабочем вылете стрелы расположена площадка для крепления дистанционно управляемой панорамной головки, на хвостовой части подвешиваются контргрузы. Максимальный вылет стрелы 4,6 м, минимальный — 1,2 м, причем при изменении длины стрелы балансировка не нарушается и площадка для крепления кинокамеры остается горизонтальной. Кран установлен на четырехколесной тележке, которая может перемещаться по полу и по рельсам.

В отличие от павильонных кранов краны для *киносъемок на натуре* монтируются на автомобилях. Так, средний операторский кран КОС-10А является самоходной установкой на базе автомашины ГАЗ-53А.

Также на автомобиле ГАЗ-53 установлен операторский кран, разработанный и изготовленный на киностудии "Ленфильм" для дистанционно управляемых КСА (рис. 4.18) [118]. Стрела крана сборная, состоит из одной основной и трех съемных секций, что обеспечивает вылет стрелы в 8, 11 и 14 м. Особенность крана — оригинальное устройство *механической балансировки стрелы*, использующее в качестве контр-

груза стальную грузовую цепь и специальный механизм, позволяющий быстро (время балансировки — 2—4 мин) и безопасно осуществить балансировку за счет перемещения нужного отрезка цепи в емкость противовеса. Вместо ручного привода балансирующего устройства может быть использован привод от электродвигателя.

Особой проблемой является создание кранов с *большим вылетом стрелы*. Большой операторский кран киностудии им.Довженко [131] с вылетом стрелы 26 м установлен на автомашине ГАЗ-51. Создание кранов со значительно бóльшим вылетом стрелы является вряд ли целесообразным, так как при обеспечении значительной грузоподъемности (при размещении на площадке крана тяжелой кинокамеры с кинооператором и ассистентом) такой кран становится слишком громоздким, тяжелым и неудобным в эксплуатации. Поэтому для кранов считают предельным вылет стрелы 30 м [173]. Такой кран необходимо оборудовать системой дистанционного управления.

На стреле сверхбольшого крана может подвешиваться специальная операторская платформа, расширяющая возможности киносъемок [153]. Платформа оборудована системой для управления кинокамерой, устройством для наклона кинокамеры в любом направлении, дистанционным управлением ОПФ и другими устройствами, облегчающими оператору работу. Обеспечивается поворот платформы на 360° . Имеется радиопереговорное устройство, позволяющее оператору поддерживать связь с режиссером и другими членами съемочной группы.

Одним из решений проблемы создания кранов с большим вылетом стрелы является применение кинокамер, отделенных от оператора и управляемых кинооператором дистанционно с помощью специальных систем. При этом нагрузка на стрелу крана значительно уменьшается, что позволяет сделать кран более легким и удобным в эксплуатации даже при большом вылете стрелы, как, например, кран киностудии "Ленфильм". Это одна из причин все более широкого применения на киностудиях дистанционного управления КСА, но для этого нужно иметь соответствующие дополнительные технические средства (системы дистанционного управления и визирования).

Специальные технические средства для перемещения КСА. Кроме тележек и кранов на киностудиях используются при киносъемках некоторые другие специальные технические средства для перемещения КСА, изготавливаемые обычно самими киностудиями.

Для осуществления, например, киносъемки по круговой траектории вокруг вертикальной оси используются различного рода *поворотные устройства*. Так, на киностудии "Мосфильм" было разработано и изготовлено поворотное устройство [54], имеющее на противоположных сторонах от центральной поворотной оси симметрично расположенные рабочие площадки. На этих площадках помещаются кинооператор с КСА и актер, который при вращении устройства плавно перемещается, например из одной декорации в другую.

На киностудии "Мосфильм" были разработаны и успешно примене-

ны на съемках *операторские карусельные лифты* ОКЛ-12 и ОКЛ, предназначенные для киносъемок вертикальных панорам с плавным вращением операторской кабины вокруг вертикальной оси [55]. Такой лифт рассчитан на подъем операторской группы, киносъемочной и осветительной аппаратуры на высоту до 12 м с максимальной скоростью подъема 0,6 м/с. Специальный операторский лифт для киносъемки кадров с актерами, движущимися по спиральным лестницам, был изготовлен и на киностудии им. А.П. Довженко [164].

Для киносъемок, осуществленных по необычным, заранее заданным пространственным траекториям, например с большим изменением высоты расположения КСА на относительно протяженном участке при съемках так называемой "летающей камерой", что недостижимо с помощью наземных средств, применяют различного рода *подвесные операторские дороги* [164] или *эстакады* (подвесная операторская эстакада СПД-65 киностудии "Мосфильм") [155].

Однако никакие тележки, краны, операторские подвесные дороги не обеспечивают большой протяженности пути перемещения КСА во время съемки. Это достигается за счет применения для киносъемки автомобилей или аналогичных транспортных средств.

Транспортные средства, используемые для киносъемок. Операторские автомобили используются для киносъемок с движения на различных скоростях. Движение по не подготовленным специально дорогам обычно требует применения наиболее комфортабельных, тяжелых и больших легковых автомобилей (ЗИЛ-110, "Чайка"), так как они обеспечивают большую плавность хода при различных скоростях благодаря большой базе между колесами, мягкой подвеске и большой собственной массе.

Для использования при киносъемке автомобили обычно переоборудуют силами киностудий, так как из-за незначительной потребности в специализированных машинах промышленность их не выпускает. Для установки КСА они оборудуются специальными площадками и приспособлениями. Примером может служить одна из последних работ киностудии "Мосфильм" в этой области — малогабаритный киносъемочный автомобиль [54]. Базой для него служит автомобиль ЛУАЗ-967М, который обеспечивает при соответствующей модификации выполнение натурных киносъемок с движения как на суше, так и на плаву. Для установки и крепления КСА на операторском автомобиле предусмотрено пять основных точек:

перед радиатором справа или слева от бортов автомобиля, причем возможна съемка по ходу и против движения автомобиля (управление КСА — дистанционное);

в задней части автомобиля, где кинооператор, откинув предварительно борт, имеет возможность легко производить киносъемку с низших точек;

съемка со штативных опор или крана-стрелки с подвесной серьгой, установленных в задней части кузова на специальном опорном силовом треугольнике;

съемка с опоры с вакуумными прижимами типа УКСО-77, устанавливаемой впереди при установке ветрового стекла в горизонтальное положение.

Кроме автомобилей для съемок с движения киностудии используют специальные *трейлеры*. Так, на киностудии "Мосфильм" разработана специальная киносъемочная платформа-трейлер КПТ-2500 с большой грузоподъемностью, низко расположенной опорной платформой и особо мягкой подвеской ходовой части, предназначенная для выполнения киносъемок отдельных фрагментов декораций во время движения [55]. На киностудии им. А.П. Довженко также изготовлен трейлер для киносъемки с движения [164].

Для съемок с движения на водной поверхности используются *катера и катамараны* [164].

В качестве транспортного средства для съемки с движения под водой НИКФИ разработан специальный *буксировщик* [187].

Широко используются для съемок с воздуха *вертолеты*. Интересно, что для целей киносъемки разработана даже специальная система "Министаб" (*Ministab*) [177], осуществляющая стабилизацию всего вертолета. В этой системе использовано автоматическое стабилизирующее устройство военных самолетов, действующее при работе огнестрельных орудий. Автоматическая стабилизация вертолета осуществляется с помощью портативных компьютеров с гироскопами при бортовой качке вертолета, при поворотах его вокруг поперечной оси, при угловом перемещении вертолета вокруг вертикальной оси. Выходные данные компьютеров поступают в исполнительные элементы — компенсаторы, управляющие соответствующими механизмами. Таким образом, установленное пилотом с помощью ручного управления необходимое положение вертолета в воздухе далее может поддерживаться автоматически.

4.3. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАТОРСКОЙ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТА

На основании приведенных материалов можно указать на следующие тенденции развития вспомогательной операторской техники и транспорта.

1. Будут непрерывно совершенствоваться характеристики, конструкции, расширяться набор оптических и механических вспомогательных устройств КСА.

2. Получат дальнейшее развитие и более широкое применение устройства дистанционного (проводного и беспроводного) и программного управления параметрами объектива.

3. Система ТВ-визирования должна быть цветной, иметь более высокое качество изображения, а также комплексной, т.е. использоваться

также для целей экспонометрии, автофокусировки и для отображения информации о ходе процесса киносъемки и о функционировании аппаратуры.

4. Обычные жесткие киносъемочные опоры будут совершенствоваться в направлении снижения их массы, при сохранении прочности и жесткости и повышения удобства работы с ними.

5. Панорамные головки совершенствуются в направлении повышения плавности хода при панорамировании, расширения рабочего диапазона скоростей панорамирования, снижения шума при панорамировании и повышения удобства в работе.

6. Стабилизированные или виброзащищенные опоры найдут более широкое применение в практике киносъемок с движения. Должны быть разработаны новые устройства стабилизации и виброзащиты различных типов для применения в разных условиях киносъемок, более удобные в работе, с лучшими качественными и массогабаритными показателями.

7. Операторские тележки и краны совершенствуются в направлении улучшения конструкций, расширения их технологических возможностей, снижения шума при работе, повышения удобства в эксплуатации. Расширится номенклатура выпускаемых промышленностью операторских транспортных средств.

8. Получат дальнейшее развитие киносъемочные опоры и операторский транспорт для проведения киносъемок в особых условиях (под водой и др.).

9. Все более широко будут внедряться во вспомогательную операторскую технику элементы и системы дистанционного и автоматического программного управления функциями всех устройств и особенно микропроцессорные системы.

5.1. ХАРАКТЕР И ЭЛЕМЕНТЫ КИНОСЪЕМОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Освещение объекта киносъемки — важнейшая составляющая операторского искусства. Оно обеспечивает возможность получения на кинопленке технически правильно экспонированных изображений с таким воспроизведением формы предметов, тона, цвета и структуры поверхностей материала, которое соответствует поставленной художественной задаче.

По характеру получаемого изображения киносъемочное освещение подразделяется на светотеневое и тональное [50].

При *светотеневом освещении* объект съемки освещается направленным светом, лучи которого падают на элементы объекта под разными углами. Выявление на изображении формы и объема элементов осуществляется в основном за счет заметных различий в освещенности этих элементов, по-разному ориентированных относительно направлений падения лучей света, а также за счет различий в коэффициентах яркости этих элементов. Структура поверхностей объекта съемки хорошо передается на изображении вследствие углового падения света на эти поверхности.

При *тональном освещении* объект съемки освещается в основном спереди рассеянным светом, равномерно распределяющимся на всех видимых элементах объекта и создающим на них одинаковую освещенность. Выявление на изображении формы элементов объекта съемки осуществляется за счет различия цвета (или тона) этих элементов. Объем и структура поверхности элементов на изображении выявляются плохо: изображение, как правило, теряет глубину и рельефность.

Несмотря на большое разнообразие объектов и приемов съемки, освещение объектов съемки складывается из ряда однотипных компонентов освещения, различающихся между собой по направлениям и относительным интенсивностям на разных участках объекта съемки.

Основной направленный (рисующий, ключевой) свет освещает сюжетно важный объект в кадре. Освещенность, создаваемая направленным светом, является критерием оценки для экспозиционного контроля освещения.

Выравнивающий свет освещает теневую сторону объекта съемки с целью создать необходимое соотношение (баланс) между светлыми и теневыми участками и выявить рельеф и структуру поверхностей в теневых участках. Освещенность, создаваемая этим светом, всегда меньше освещенности, создаваемой основным направленным светом.

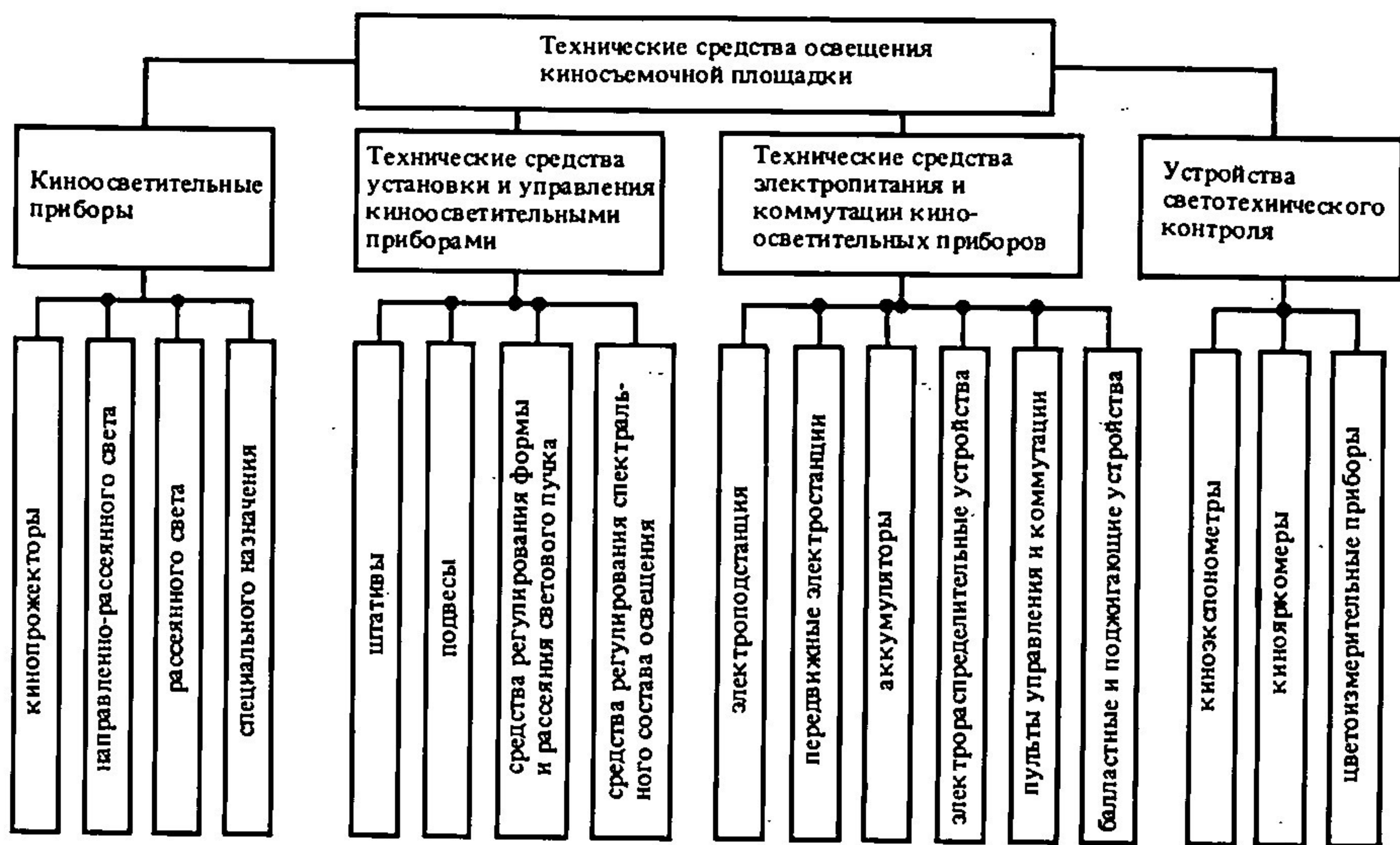


Рис. 5.1. Технические средства освещения объекта съемки

Заполняющий (экспозиционный, общий) свет, равномерно освещающий объект съемки, создает во всем снимаемом пространстве уровень освещенности, необходимый для получения удовлетворительной проработки деталей и воспроизведения цветов всех видимых элементов объектов съемки. Разновидность заполняющего света — *верхний свет*, который применяется, как правило, только в очень больших декорациях, главным образом имитирующих натуру.

Моделирующий свет освещает относительно небольшие участки теневой стороны объектов, создавая на них пятна и блики необходимых формы, цвета и интенсивности.

Контровой (контурный) свет служит для обрисовки контура элементов объектов, расположенных перед фоном, близким к ним по тональности или цвету, для "отделения" объектов от фона.

Фоновый свет освещает поверхность фона, задников и стен, создавая на них, как правило, равномерно распределенную освещенность.

Эффектный свет создает на элементах декорации и снимаемых объектов блики и тени заданных формы, интенсивности и цвета, воспроизводящие эффект действия предполагаемого источника освещения, находящегося вне кадра.

Условия киносъемки по освещению могут быть существенно различными. Как правило, освещенность (лк) при различных видах киносъемки имеет следующие значения.

Павильонная киносъемка в декорациях	1000–5000
Выездная дневная киносъемка в естественных интерьерах при наличии естественного освещения:	
малые интерьеры	500–3000
большие >>.	2000–6000
То же без естественного освещения	500–3000

Натурная киносъемка:

дневная ¹	10 000–20 000
ночная и режимная	500–3000

¹ Добавочная выравнивающая освещенность.

Ясно, что требуемый характер освещения и необходимость тех или иных его компонентов должны влиять на выбор осветительной аппаратуры в конкретных условиях съемки.

Осветительная аппаратура включает в себя киноосветительные приборы и различную вспомогательную технику, позволяющую устанавливать приборы, регулировать их пространственное положение, количество и характер света, падающего на объект съемки (рис. 5.1).

5.2. ИСТОЧНИКИ СВЕТА ДЛЯ КИНООСВЕЩЕНИЯ

Работу киноосветительных приборов в значительной степени определяют свойства применяемых в них источников света. Рассмотрим их кратко.

Для сравнения различных источников света, для оценки их достоинств и недостатков и правильного выбора источника света исходя из условий работы на съемочной площадке, необходимо знать их основные характеристики. Все характеристики можно разделить на: *электрические* (вид, рабочее напряжение и сила тока; потребляемая мощность; схема включения); *световые* (световой поток, световая отдача, характер светораспределения в пространстве, спектральная характеристика) и *эксплуатационные* (продолжительность разгорания, стабильность во времени, уровень шума, безопасность, необходимость в принудительном охлаждении, срок службы и т.п.). Рассмотрим некоторые важнейшие характеристики.

Световой поток источников света оценивается средним количеством люменов, отдаваемых источником в нормальных условиях, т.е. при номинальном напряжении или силе тока, на которые рассчитан источник света.

Световая отдача (светоотдача) — показатель эффективности преобразования источником света подводимой электрической энергии в световую, характеризуется отношением его светового потока к потребляемой им электрической мощности (лм/Вт). Таким образом, светоотдача является показателем экономичности источника света.

Обычно источник света излучает в разных направлениях свет разной интенсивности. *Светораспределение* источника света в пространстве представляют в какой-либо плоскости (горизонтальной или вертикальной) в виде *кривой светораспределения*, являющейся геометрическим местом точек концов векторов силы света в определенных направлениях.

Спектральные свойства источника света чаще всего выражаются кривой распределения излучаемой энергии по спектру, т.е. *спектральной характеристикой*. Для большинства искусственных источников света применим более простой способ оценки спектрального состава

ва (а точнее — цветности излучения) — оценка по ц в е т о в о й т е м п е р а т у р е ¹, т.е. температуре абсолютно черного тела, при которой оно дает цвет, одинаковый по цветности со светом данного источника. Цветовая температура указывается в кельвинах (К), т.е. отсчитывается от абсолютного нуля.

Приведем цветовые температуры некоторых искусственных источников света, К.

Лампы накаливания:	
обычные осветительные (газополные) мощностью	
100 Вт	2650
прожекторные мощностью 2000 Вт (ПЖ-16)	3150
прожекторные мощностью 500 Вт (ПЖ-13)	3050
зеркальные серии ЗК	3200
галогенные для цветного кинематографа серии КГ	3200
галогенные серии КГК	3250
прожекторные для цветного кинематографа	
серии КПЖ	3260
кинопрожекторные серии КПЖ-1-6	3300
Угольные дуги высокой интенсивности с углями:	
желтопламенными	3200
белопламенными	5500
Газоразрядные лампы:	
ксеноновые с короткой дугой	5500
металло- и оловогалогенные	5500—6000
импульсные ксеноновые	6000
люминесцентные:	
тепло-белые (ЛТБ)	2800
белые (ЛБ)	3500
холодно-белые (ЛХБ)	4700
дневные (ЛД) и дневные с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ)	6750

Срок службы источника света характеризуется средней продолжительностью его горения. Для некоторых ламп указывается срок службы, в течение которого световой поток снижается не более чем на 20 или 25 % от номинального; для других, например металлогалогенных ламп, критерием является оговоренное значение изменения цветовой температуры. Для электрической угольной дуги срок службы условно характеризуется скоростью сгорания углей.

Основными искусственными источниками света, применяемыми в настоящее время при киносъемке, являются: лампы накаливания, электрическая угольная дуга, газоразрядные лампы.

Лампы накаливания. В технике киносъемочного освещения применяется большое число типов ламп накаливания. Их можно разделить на две большие группы: лампы накаливания *обычного типа в стеклянных колбах* и *галогенные лампы накаливания в кварцевых колбах* (кварцево-галогенные лампы).

В обоих типах ламп светящимся телом является раскаленная электрическим током вольфрамовая нить, которая помещена внутри про-

¹ Спектральный состав излучения люминесцентных ламп может быть охарактеризован цветовой температурой только с очень большим приближением.

зрачной колбы, заполненной инертным газом (обычно это смесь азота и аргона, иногда применяют криптон или ксенон). Испаряющийся вольфрам оседает на внутренних стенках колбы лампы в виде темного налета, постепенно снижая их прозрачность. Увеличение давления газа в колбе снижает интенсивность испарения вольфрама. Чем меньше размер колбы, тем интенсивнее идет процесс ее потемнения.

Отличие галогенных ламп накаливания от обычных состоит в том, что в колбу введено небольшое количество галогена (иода или брома), что приводит к оседанию испаряющегося вольфрама на раскаленных металлических деталях (тем самым колба защищена от потемнения). Кроме того, толстые стенки небольшой кварцевой колбы могут выдержать большое давление газа изнутри, а повышение его давления резко снижает испарение нити, что повышает срок службы лампы или при том же сроке службы позволяет повысить температуру накала нити и, следовательно, световую отдачу. Небольшие размеры галогенных ламп позволяют уменьшать габаритные размеры осветительных приборов.

В процессе горения обычные лампы накаливания снижают свою цветовую температуру на 0,3–0,8 К в час, а цветовая температура галогенных ламп накаливания в течение всего срока службы остается практически неизменной. При изменении напряжения на лампе накаливания кроме изменения цветовой температуры происходит также изменение общего светового потока, потребляемой мощности, световой отдачи и срока службы лампы (табл. 5.1).

Распределение светового потока лампы накаливания в пространстве зависит от формы и расположения тела накала.

Таблица 5.1

Изменение основных характеристик ламп накаливания при изменении электрического напряжения

Электрическое напряжение, % (от номинального значения)	Световой поток	Электрическая мощность	Световая отдача	Срок службы	Цветовая температура	
					$T_{\text{цв.ном}} = 3200 \text{ К}$	$T_{\text{цв.ном}} = 3250 \text{ К}$
	%					
75	41	63	65	4200	2875	2925
80	50	60	72	1820	2940	2990
85	61	77	78	820	3005	3055
90	72	85	85	395	3070	3120
95	85	92	92	190	3135	3185
100	100	100	100	100	3200	3250
105	116	108	108	53	3265	3315
110	134	116	115	29	3330	3380
115	153	125	123	16	3395	3445
120	175	133	131	9	3460	3510
125	200	142	140	5	3525	3575

Зеркальные лампы (типа ЗК мощностью 500, 700, 1000, 1500, 2500 Вт) служат одновременно источником света и осветительным прибором, перераспределяющим излучение источника света, т.е. нити накала лампы. Роль оптических элементов осветительного прибора выполняет часть выдувной стеклянной колбы, прилегающая к горловине лампы. Этой части колбы придана форма параболоида, внутренняя поверхность которого покрыта зеркальным слоем алюминия. Купол лампы имеет слабую матировку для сглаживания бликов в световом пятне, даваемых зеркальным отражателем.

Более компактные, имеющие меньшие углы рассеяния света, *зеркальные лампы-фары* (ЛФКГ 110-500 и ЛФКГИ 110-500 по 500 Вт)¹ представляют собой чечевицеобразную колбу из толстого прессованного стекла, одна из поверхностей которой имеет форму неглубокого параболоида и покрыта изнутри зеркальным отражающим слоем, вторая (выходная) имеет рифление, которое распределяет освещенность в световом пятне. В лампах-фарах для киносъемочного освещения внутри колбы в фокусе параболоида расположена малогабаритная галогенная лампа накаливания в кварцевой колбе.

Электрическая угольная дуга. Электрическая угольная дуга была первым искусственным источником света, использованным для киносъемочного освещения.

В настоящее время для киносъемочного освещения применяются исключительно дуги высокой интенсивности постоянного тока. Положительный уголь этой дуги, как известно, содержит в фитиле соли металлов редкоземельной группы. Кратер этого угля в процессе горения дуги заполняется парами редкоземельных соединений, которые под влиянием электрического разряда люминесцируют; кроме того, у мощных дуг уголь вращается для получения кратера правильной формы. На спектр люминесценции накладывается спектр температурного излучения раскаленного тела положительного угля. В результате спектр излучения дуги высокой интенсивности оказывается непрерывным, с пиками в отдельных спектральных зонах.

Световая отдача белопламенной дуги высокой интенсивности велика и составляет 60—65 лм/Вт.

Недостатки электрической угольной дуги: относительно невысокая стабильность работы; наличие шума при работе, выделение вредных газов, значительная пожарная опасность, наличие опасного для глаз актеров ультрафиолетового излучения (линза Френеля в выходном отверстии осветительного прибора задерживает его), необходимость питания постоянным током, необходимость индивидуального обслуживания и частой замены углей.

Несмотря на эти недостатки, электрическая угольная дуга остается пока основным источником света для киносъемочного освеще-

¹ Лампа-фа́ра типа ЛФКГИ 110-500 имеет на выходной части колбы интерференционный фильтровый слой, что позволяет получить цветовую температуру порядка 4500—5000 К (вместо обычной 3200 К).

щения на дневных натуральных съемках цветных кинофильмов благодаря большой близости спектральной характеристики ее излучения к спектральной характеристике дневного света. Достоинством дуги является также и то, что осветительные приборы с дугой могут иметь большую световую мощность.

Газоразрядные лампы. В газоразрядных лампах свет создается электрическим разрядом в газе, парах металла или в смеси нескольких газов или паров. Все газоразрядные лампы, работая на переменном токе, имеют пульсирующее с двойной частотой световое излучение. При киносъемке это может привести к колебаниям плотности киноизображения.

Ртутные лампы, т.е. лампы с разрядом в парах ртути, используются в основном для специального киносъемочного освещения. В зависимости от давления паров в работающей лампе различают лампы: низкого ($\sim 1 \cdot 10^4$ Па), высокого ($2 \cdot 10^5$ Па) и сверхвысокого (свыше 10^6 Па) давления.

С изменением давления в ртутных лампах сильно изменяется спектральный состав излучения. При повышении давления доля видимого излучения растет, спектральные области излучения расширяются и появляется непрерывный фон, заполняющий интервалы между линиями.

Разряд в парах ртути низкого давления широко используется в люминесцентных лампах, которые применяются при мультипликационной съемке и съемке надписей. Кроме того, эти лампы часто встречаются при выездных киносъемках в помещениях.

Световая отдача люминесцентных ламп очень-высока и в зависимости от спектральной характеристики и мощности колеблется в пределах от 34 до 65 лм/Вт. Средняя продолжительность горения люминесцентных ламп 12 000 ч, а ламп повышенной интенсивности — 3000 ч.

По цветности излучения лампы подразделяются на: дневные (ЛД), дневные с улучшенной цветопередачей (ЛДП), холодно-белые (ЛХБ), белые (ЛБ) и тепло-белые (ЛТБ). Выпускаются также цветные люминесцентные лампы синего, зеленого, желтого и красного цветов.

Ртутно-кварцевые лампы высокого давления (ДРТ) применяются при трюковых и комбинированных люминесцентных киносъемках и при многих видах научной киносъемки. Лампа ДРТ представляет собой трубку из кварцевого стекла с впаянными на концах электродами, внутрь которой введены аргон и ртуть. Средние значения яркости лампы ДРТ составляют от $1,2 \cdot 10^6$ до $4 \cdot 10^6$ кд/м²; значения световой отдачи колеблются в пределах 24–32 лм/Вт, а срок службы — от 1000 до 3000 ч для ламп разной мощности.

Ртутные лампы сверхвысокого давления (ДРШ) имеют толстостенную кварцевую колбу шаровой формы. Для облегчения зажигания лампы имеется дополнительный третий электрод, на который подается импульс высокого напряжения. Давление паров ртути при работе лампы $\sim 10^6$ — $8 \cdot 10^6$ (в зависимости от мощности лампы). Яркость у оси шнура разряда составляет не менее $150 \cdot 10^6$ кд/м², повы-

шаясь у электродов. Лампы ДРШ имеют резко выраженный линейчатый спектр излучения с сильным непрерывным фоном. Срок службы ламп 100–500 ч.

Ксеноновые лампы имеют дуговой разряд большой яркости (до $600 \cdot 10^6$ и более кд/м²). Спектральный состав излучения ксеноновой лампы в видимой части близок к дневному свету с цветовой температурой около 6000 К и практически не изменяется при изменении силы тока. Это свойство ламп используется при цветных съемках, позволяя при необходимости изменять световой поток в больших пределах. Для зажигания лампы применяется импульс высокого напряжения (до 30 кВ); после включения лампа разгорается практически мгновенно.

Основными недостатками ксеноновых ламп с позиций их использования для киносъемочного освещения являются: взрывоопасность, заставляющая даже в нерабочем состоянии соблюдать специальные меры предосторожности; низкое рабочее напряжение (около 30 В на дуге) и, следовательно, большая сила тока; необходимость применения искусственного — воздушного или водяного — охлаждения.

Поэтому ксеноновые лампы пока широко применяются только в кинопроекторах, включая и кинопроекторы для рир- и фронт-проекции, а также в диапроекторах при комбинированных киносъемках. Кинооператоры документального кино могут встретиться с ксеноновыми лампами при киносъемке представлений и соревнований в залах со следящими прожекторами, в которой использованы такие лампы.

Металлогалогенные лампы. Несколько лет назад в кинематографии и в телевидении для съемочного освещения начали применять осветительные приборы с металлогалогенными лампами. Выпускаются металлогалогенные лампы двух типов — шаровые с короткой дугой и трубчатые с длинной дугой.

Трубчатые лампы используются в основном для общего освещения больших объектов — стадионов, фасадов зданий, площадей и др., с которыми кинооператор может встретиться при хроникальных съемках.

В киноосветительной аппаратуре применяются металлогалогенные лампы с короткой дугой. *Шаровые лампы* имеют кварцевую колбу с двумя вольфрамовыми электродами. В колбе содержится небольшое количество ртути и галогениды (обычно иодиды) различных металлов, таких, например, как диспрозий, гольмий, тулий; кроме того, в колбу вводится вспомогательный газ — ксенон или аргон.

Спектр излучения металлогалогенной лампы линейчатый с довольно значительным фоном и характеризуется цветовой температурой 5000–6000 К, что близко к дневному свету.

Металлогалогенные лампы имеют очень высокую светотдачу (80–100 лм/Вт), что примерно втрое больше, чем у галогенных ламп накаливания. Но эти лампы загораются медленно, в течение 1–3 мин. Для их зажигания требуется высоковольтный импульс (несколько киловольт). Для зажигания (перезажигания) лампы в горячем состоянии

Основные характеристики металлогалогенных ламп ДРИШ-2

Марка лампы	Напряжение сети, В	Электрическая мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А		Световой поток, клм	Средняя продолжительность горения, ч
				рабочий	пусковой		
ДРИШ-200-2	220	200	80	3,1	5	14	150
ДРИШ-575-2	220	575	95	7,2	12	44	150
ДРИШ-1200-2	220	1200	100	13,5	20	100	150
ДРИШ-2500-2	220	2500	115	26	35	220	150
ДРИШ-4000-2	380	4000	200	23	35	370	150
ДРИШ-7000-2	380	7000	220	35	55	630	100

требуются импульсы большей амплитуды (50—60 кВ).

Металлогалогенные лампы дают заметное ультрафиолетовое излучение, для защиты от которого необходимы специальные защитные стекла (в приборах без линз Френеля). Недостатком является также то, что металлогалогенные лампы дают световое излучение, интенсивность которого колеблется с частотой, вдвое большей частоты электропитающей сети, что в совокупности с периодическим открыванием obtюратора КСА с частотой 24 кадр./с может привести к колебаниям плотности изображения. Для ослабления этого эффекта до допустимых значений могут использоваться:

освещение объекта съемки одновременно тремя лампами, подключенными к трем разным фазам трехфазной электропитающей сети;

электропитание лампы током повышенной частоты (250—400 Гц) от специальных устройств;

съемка КСА с частотой 24 кадр./с с углом открытия obtюратора 172,8 ° и питанием синхронного электродвигателя КСА от той же сети переменного тока, от которой питаются лампы;

съемка с частотой 25 кадр./с с питанием электродвигателя КСА от той же сети, что и лампы;

работа металлогалогенных ламп с так называемыми "электронными балластами", позволяющими питать лампу током не синусоидальной формы, а специально искаженной, близкой к прямоугольной, что позволяет добиться почти постоянного светового потока лампы.

В настоящее время разработана линейка отечественных металлогалогенных ламп ДРИШ-2 различной мощности до 7000 Вт [46, 181], основные характеристики которых представлены в табл. 5.2.

Цветофотографическая температура 6500 ± 700 К, для зажигания требуется высоковольтный импульс 2—3,5 кВ. Для мгновенного переза зажигания горячих ламп требуются импульсы зажигания порядка 50 кВ для ламп мощностью 200—2500 Вт и порядка 60 кВ для ламп мощно-

стью 4000 и 7000 Вт, число импульсов серии порядка 8. Доля УФ-излучения составляет примерно 11 %, видимого излучения — примерно 44 %.

Эти лампы обеспечивают световой поток, эквивалентный создаваемому лампами накаливания, при затратах электроэнергии, в 3–6 раз меньших, что особенно важно для внестудийных съемок.

Представляется очевидным, что со временем киноосветительная аппаратура с металлогалогенными лампами вытеснит приборы с угольной дугой, которые пока являются незаменимыми (самыми мощными) при киносъемках на натуре фильмов большой постановочной сложности.

Разновидностью металлогалогенных являются *оловогалогенные лампы*, в колбу которых введены иодиды или хлориды олова с добавлением индия или лития. Свет этих ламп характеризуется большой долей непрерывного излучения, что обеспечивает высокое качество цветопередачи.

Эти лампы обеспечивают возможность регулирования цветовой температуры в пределах от 3000 до 6000 К и практическую независимость цветовой температуры от напряжения питания и количества проработанных часов.

Оловогалогенные лампы с короткой дугой, которые уже начинают выпускать у нас и за рубежом, например фирма "Филипс" (*Philips*, Голландия [138]), имеют следующие основные данные: световая отдача 70–78 лм/Вт; цветовая температура 5500 К; средний срок службы 1000 ч; продолжительность зажигания 10 с; кривая светораспределения в пределах углов $\pm 30^\circ$ от оси, перпендикулярной к боковой поверхности цилиндра разряда. Лампы имеют постоянную силу света; изменение цветовой температуры остается в пределах нормы при значительном (до 4 раз) изменении мощности на лампе; пульсация светового потока при питании от сети через обычный дроссель примерно в 2 раза меньше, чем у металлогалогенных ламп (30 % против 60 %).

Отсутствие значительных пульсаций светового потока — важное преимущество оловогалогенных ламп перед металлогалогенными, основной недостаток которых именно в этом и состоит, для устранения которого идут на создание сложных электропусковых устройств.

5.3. КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Киносветительные приборы можно классифицировать по различным признакам.

По *применению* выделяют киносветительные приборы: направленного (с регулируемым и нерегулируемым лучом), направленно-рассеянного и рассеянного (бестеневого) света.

Отдельную группу составляют осветительные приборы *специального назначения*: с автономным аккумуляторным питанием, для подводных съемок, для макетной съемки и др.

По *светотехническим показателям* выделяют киносветительные

приборы ближнего действия (светильники, как правило, с нерегулируемым светораспределением в пределах относительно большого угла), дальнего действия (прожекторы с малым регулированием светораспределения в пределах относительно малых углов) и универсальные (прожекторы со значительным регулированием светораспределения, используемые для освещения как близких, так и удаленных объектов).

По используемому *источнику света* выделяют приборы: с лампами накаливания, с угольными дугами высокой интенсивности, с газоразрядными лампами.

По *оптической схеме* различают приборы с зеркальными (и часто с дополнительными передними рассеивателями) и направленно-рассеивающими отражателями, а также бестеневые — с рассеивающими отражателями и затенителями. Прожекторы можно подразделять на отражательные, с преломляющей (с линзой Френеля) и смешанной оптикой (с отражателем и линзой).

С учетом эксплуатационных требований киноосветительные приборы могут быть охарактеризованы: 1) типом источника света; 2) оптической схемой; 3) характеристиками потребляемого тока (мощность, вид тока, напряжение); 4) максимальной силой света I_{\max} (как правило, I_{\max} совпадает с осевой $I_{\text{ос}}$); 5) углом рассеяния 2α (плоским углом, в пределах которого сила света снижается до 0,5 или 0,1 от I_{\max}); 6) качеством светового пятна; 7) коэффициентом полезного действия, определяемым отношением полезного светового потока прибора к полному световому потоку источника света; 8) световой эффективностью (световой отдачей), которая определяется источником света; 9) спектральной характеристикой излучения; 10) массогабаритными показателями; 11) уровнем создаваемого при работе шума; 12) удобством использования (управления световым пучком, положением прибора и т.д.); 13) безопасностью пользования.

Следует отметить, что для прожекторов обычно указывают два угла рассеяния: минимальный (при узком пучке — рис. 5.2, а) и максимальный (при самом широком — рис. 5.2, б). Качество светового пятна — равномерность освещенности в его пределах (рис. 5.2, в) — оценивается визуально.

Отечественная промышленность выпускает большое число типов киноосветительных приборов [50, 102, 147, 181]. В последние годы была проделана большая работа по анализу применения осветительной аппаратуры на ведущих киностудиях страны, и на этой основе была разработана перспективная номенклатура киноосветительных приборов на ближайшие годы.

Основные характеристики выпускаемых киноосветительных приборов представлены в табл. 5.3.

Для комплексного сравнения различных приборов целесообразно было бы установить критерии, позволяющие оценить эффективность прибора, включая его конструктивное решение и другие параметры. Два таких критерия были предложены в работе [68].

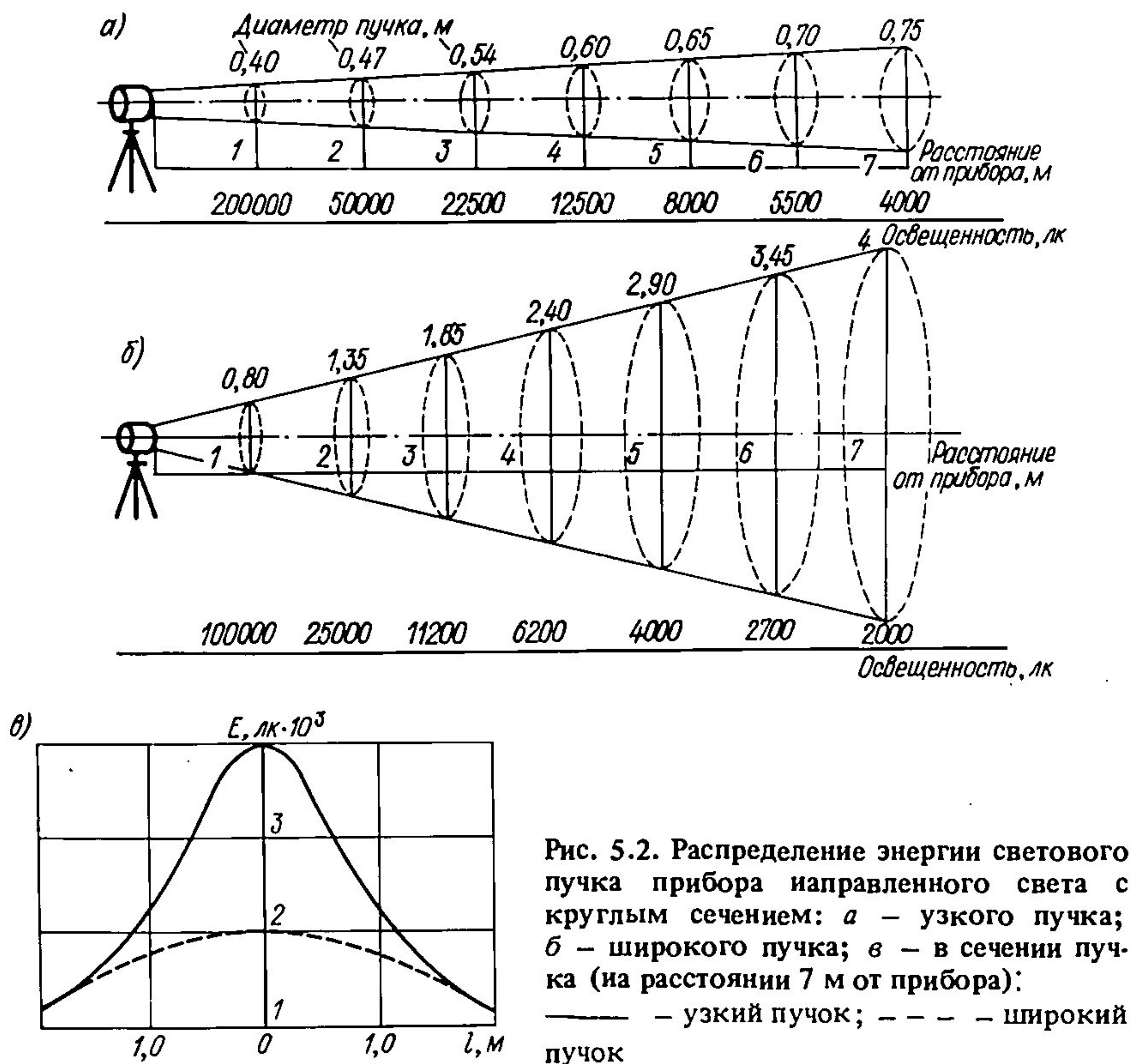


Рис. 5.2. Распределение энергии светового пучка прибора направленного света с круглым сечением: а — узкого пучка; б — широкого пучка; в — в сечении пучка (на расстоянии 7 м от прибора): — — — узкий пучок; — — — широкий пучок

Первый — отношение электрической мощности P источника света прибора к его массе m : $k_m = P/m$. Значение коэффициента k_m для большого числа типов приборов составляет примерно 0,1. Но для прожекторов с лампами накаливания и с большими (более 175 мм) диаметрами выходных отверстий он возрастает до 0,3–0,4.

Второй критерий — отношение величины, приблизительно пропорциональной световому потоку прибора, к его массе: $k_n = I_{oc} \sin^2 \alpha / m$.

Пользуются также понятием светотехнического КПД [71]. Для приборов типа "Заря" он равен 7–9 (узкий луч) и 20–30 (широкий луч).

Кинопрожекторы с электрическими дугами. Основные достоинства таких прожекторов: универсальность, высокая световая мощность, широкая возможность расфокусировки при сохранении хорошего качества светового пятна (равномерного, с мягко очерченными краями), что обеспечивается применением дисковой ступенчатой линзы Френеля.

Недостатком этих приборов является небольшой коэффициент полезного действия: для сфокусированного прожектора — 15–18 %, для расфокусированного — 22–26 %.

Номенклатура и основные данные отечественных киноосветительных приборов

Класс прибора	Источник света	Название прибора	Мощность, кВт	Сила света $I \cdot 10^3$, кд	Угол рассеяния 2α , °
Кино-прожекторы с линзами Френеля	Лампы накаливания	"Заря-150"	0,15	17/3	7/36
		"Заря-500"	0,5	50/6	10/50
		"Заря-2000"	2,0	235/40	10/50
		"Заря-5000"	5,0	700/65	8/50
		"Заря-10000"	10,0	1500/180	8/43
		"Заря-10000-60"*	10,0	2200/180	7/48
	Дуговые лампы	"Пламя-60-150"	16,5	5000/4000	4/40
		"Пламя-60-225"	25,0	7000/370	4/40
		"Пламя-87"	25,0	11000/1000	5/28
Направленно-рассеянного света	Лампы накаливания	"Свет-500"	0,5	6	65/83**
		"Свет-1000М"	1,0	13	65/85**
		"Свет-2000М"	2,0	30	
		"Свет-5000"	5,0	55	55/80**
		"Свет-1000-2Р"	10,0	130	60/90**
		"Свет-500-220"	0,5	6	
		"Свет-500-110"	0,5	6	65/85**
		"Свет-1000-220"	1,0	13	
		"Свет-1000-110"	1,0	14	
		"Свет-2000-220"	2,0	30	
		"Свет-2000-110"	2,0	30	
		"Свет-5000-220"	5,0	55	55/80**
		"Свет-5000-110"	5,0	55	
		"Свет-1000-220"	10,0	130	
		"Свет-1000-110"	10,0	130	60/90**
		"Марс-2000"	2,0	30	50/80**
		"Марс-2000М"	—	—	50/95**
		"Марс-3000"	3,0	45	50/80**
		"Марс-3000М"	—	—	50/95
		"Кососвет-5000"	5,0	50	80
	Зеркальные лампы	"Накал-2500"*	2,5	100	30
		"Фара-6"*	3,0	200	20
		"Фара-9"*	4,5	300	20
Бестеневого света		"Кварц-2000"	2,0	10	100
		"Кварц-8000"	8,0	40	100
Автономного питания	Лампы накаливания	"Луч-100"	0,1	15/3,5	15/40
		"Луч-200"	0,2	28/5	15/45
		"Луч-250"	0,25	55/6	15/45
		"Луч-300М"	0,3	45/10	15/35
		"Блик-100"	0,1	15/30	15/35
		"Блик-200"	0,1×2	20	30
		"Блик-300"	0,1×3	35	25
С дистанционным	накаливания	"Заря-5000 ДУ"	5,0	700/65	8/50
		"Заря-10000 ДУ"	10,0	1500/180	7/48

Класс прибора	Источник света	Название прибора	Мощность, кВт	Сила света $1 \cdot 10^3$, кд	Угол рассеяния, 2α , °
управлением		"Свет-5000 Д"	5,0	55	55/80**
		"Свет-1000 Д"	10,0	130	60/90**
Специального назначения	Лампы накаливания	"Скат-100"	0,1	100/20	5/20
		"Скат-250"	0,3×2	100/15	10/20
		"Скат-1000"	1,0	180	15
		"Крот-500"	0,5	25	40

Примечание. Для I и 2α через косую черту приведены значения для узкого и широкого пучков лучей соответственно.
* Без учета интерференционных фильтров, используемых на натуре.
** В числителе вертикальный, в знаменателе горизонтальный углы рассеяния.

На киностудиях применяются кинопрожекторы типов: КПД-50, "Пламя-60" (КПД-60), "Пламя-87" (КПД-87), КПДО-60 (КПД – кинопрожектор дуговой, числа в названии обозначают диаметр выходного отверстия прибора) (см. рис. 5.3).

Конструктивно эти прожекторы состоят из барабана с лирой, дуговой лампы, оправы с линзой. Барабан собирается из силуминовых отливок и листового железа. Для защиты от сильного нагрева корпуса внутренняя поверхность барабана обшивается асбестом, внутри барабана устанавливается разрезная железная рубашка. Органы управления прожектором вынесены на заднюю стенку барабана.

Лира служит для установки осветительного прибора и наклона прибора по вертикали. Нижние основания лир кинопрожекторов завершены втулками или штырями, соответствующими по диаметру ответным штырям или втулкам на штативах или треножных подставках, что позволяет свободно поворачивать по горизонтали установленный прибор на 360 °.

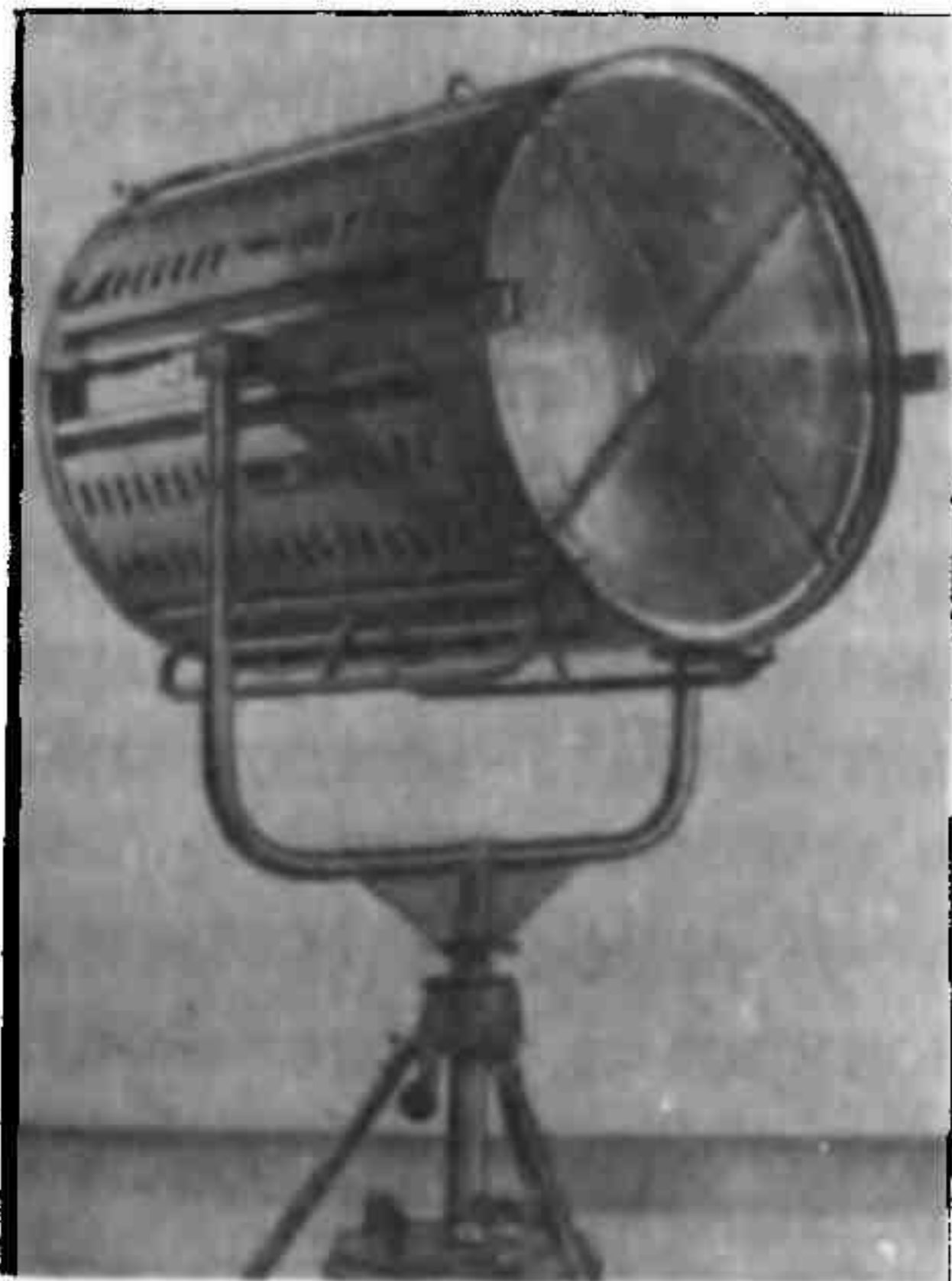


Рис. 5.3. Осветительный прибор типа "Пламя"

Рис. 5.4. Осветительный прибор типа "Заря"



Для фиксации выбранного положения прибора в горизонтальной плоскости на узлах сочленения прибора и штатива имеются обычно болты с рукоятками.

Для установки светофильтров, тубусов и шторок на передней части прожектора имеются специальные кронштейны с пазами. Впереди линзы устанавливается защитная металлическая сетка.

Кинопрожекторы с лампами накаливания. Прожекторы этого типа используются для всех видов киносъемочного освещения в павильонах и естественных интерьерах.

Источником света в этих приборах служат прожекторные лампы накаливания типа КПЖ, ПЖК и галогенные типа КГК.

В настоящее время выпускаются кинопрожекторы типа "Заря" с галогенными лампами (кроме прожектора "Заря-150"): "Заря-500, -2000, -5000, -10000", отличающиеся меньшей массой, улучшенными светотехническими характеристиками, лучшим внешним видом (рис. 5.4), чем приборы типа КПЛ.

В этих кинопрожекторах применяются алюминиевые контротражатели сферической формы, коэффициент отражения которых составляет примерно 0,8, тогда как в приборах КПЛ хромированный отражатель имеет коэффициент отражения 0,65.

Недостатком этих приборов является низкий коэффициент полезного действия: для сфокусированного прожектора 15 %, для расфокусированного — 20—22 %.

Кинопрожекторы с металлогалогенными лампами. Первыми отечественными прожекторами с металлогалогенными лампами можно считать разработанные в последние годы линзовые прожекторы типа "Сатурн" с металлогалогенными лампами мощностью 1200, 2500, 4000 Вт и приборы типа "Спектр" (рис. 5.5) с отражательной оптикой и переменными характеристиками светового пучка мощностью 0,585—4 кВт [143, 181], однако в серийное производство они не были запущены.

В настоящее время разрабатывается линейка кинопрожекторов с металлогалогенными лампами ДРИШ-2 типа "Юпитер" с улучшенными характеристиками, как с линзой Френеля (новая модификация линзы Френеля имеет криволинейный несущий слой), так и без нее (с параболическим отражателем и защитным стеклом). Приборы рассчитаны на лампы с мощностями 200, 575, 1200, 2500, 4000, 7000 Вт.

Для улучшения светотехнических характеристик приборов с металлогалогенными лампами традиционные элементы конструкции приборов совершенствуются с учетом особенностей металлогалогенных ламп. Так, фирмы "Джаниро" (*Janiro*, Италия), "Кремер" (*Cremer*) и ЛТМ (*LTM*, Франция) разработали новые линзы Френеля, по характеристикам более соответствующие форме светящегося тела металлогалогенных ламп [140].

Для повышения безопасности пользования у приборов с металлогалогенными лампами предусматривается блокировка, отключающая высокое напряжение при повреждении линзы или открывании прибора.

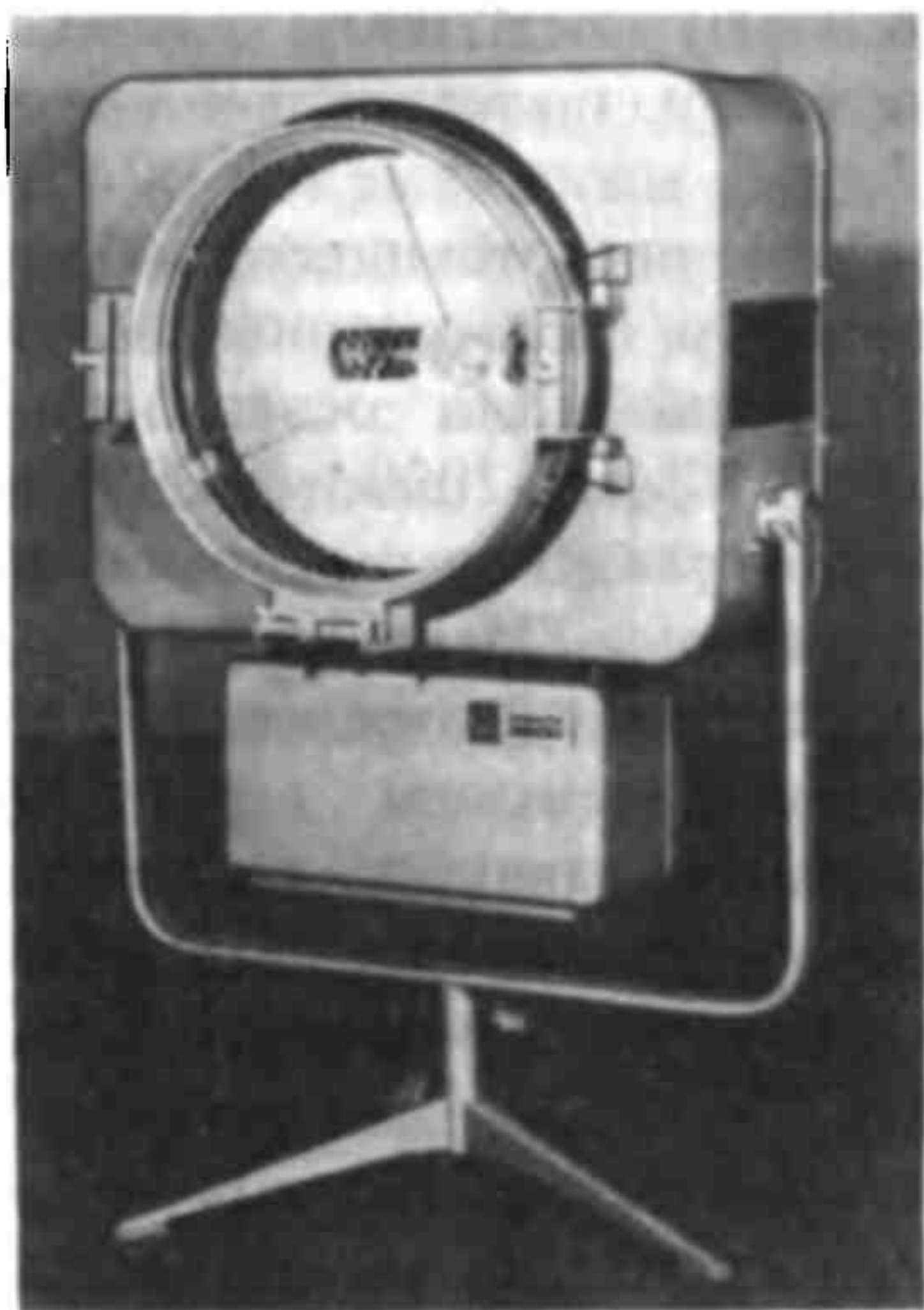


Рис. 5.5. Осветительный прибор типа "Спектр"

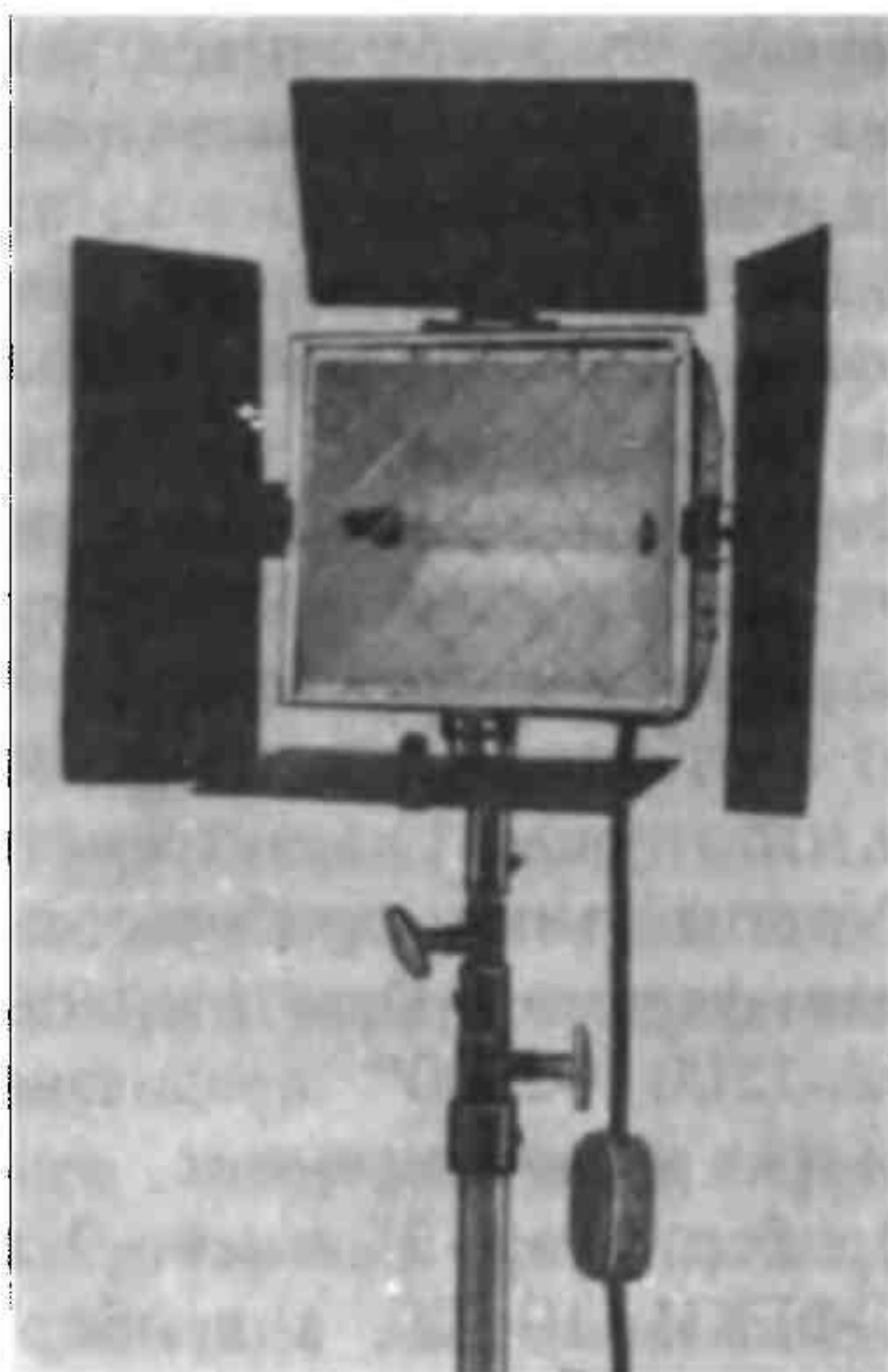


Рис. 5.6. Осветительный прибор типа "Свет"

Высоковольтное зажигающее устройство находится обычно внутри корпуса прожектора, а электрический балласт, связанный с прожектором кабелем, устанавливается вблизи прожектора, иногда в нижней части штатива [71].

Осветительные приборы направленно-рассеянного света с галогенными лампами накаливания. В этих приборах трубчатая галогенная лампа накаливания типа КГ неподвижно устанавливается в фокусе параболоцилиндрического корытообразного отражателя с направленно-рассеивающей поверхностью, на которую нанесены полированный альзак-алюминий или другое покрытие. Коэффициент полезного действия приборов достигает 50–60 %. Световое пятно имеет овальную форму с плавным спадом освещенности от центра к краям.

В настоящее время выпускается целый ряд приборов типа "Свет" ("Свет-500, -500-110/220, -1000, -1000-110/220, -2000, -2000-110/220, -2000М, -5000, -5000-110/220, -10000, -10000-110/220") (рис. 5.6). Продолжается совершенствование их конструкции. Так, у модернизированного прибора "Свет-2000М" [178] корпус состоит из дюралюминиевых ребер, охватывающих отражатель, что позволило уменьшить массу прибора, улучшило его внешний вид, а также несколько улучшило условия работы лампы. Прибор "Свет-2000М" имеет индивидуальный выключатель, смонтированный в нижней части лиры (в приборе "Свет-2000" выключателя нет). Световое отверстие прибора перекрывается защитной сеткой.

Для расширения возможностей использования приборов была сконструирована специальная поворотная рама ("Свет-8000"). На раме могут

одновременно закрепляться четыре прибора "Свет-2000М", рама с приборами может устанавливаться на штативе, а также подвешиваться на тросах или штанкетах.

Близким к приборам типа "Свет" по светотехническим характеристикам является осветительный прибор с несимметричным отражателем типа "Кососвет-5000", предназначенный для освещения фона.

Осветительные приборы типа "Марс" ("Марс-2000, -3000") облегченной конструкции (каркас-радиатор с отражателями) предназначены для хроникальных съемок. Новые приборы "Марс-2000М, -3000М" имеют отражатели со специальной микроструктурой отражающей поверхности, что улучшает характеристики и их повторяемость.

Осветительные приборы с зеркальными лампами накаливания и лампами-фарами. Осветительные приборы с зеркальными лампами "Накал-1500, -2500" предназначены для киносъемок в естественных интерьерах и хроникальных.

Прибор "Фара-9" имеет 9 галогенных ламп-фар типа ЛФГК-110-500 или ЛФГКИ-110-500, а прибор "Фара-6" — 6 ламп, расположенных по 3 лампы в ряд (секции), так что образуется прибор с несколькими источниками света (рис. 5.7). Секции могут поворачиваться относительно своих оптических осей наружу на 30° , а внутрь — на 15° .

Прибор "Фара-6М" имеет новый фильтродержатель с интерференционным компенсационным светофильтром типа КИС.

Киноосветительные приборы общего света. Приборы предназначены для создания рассеянного или (при введении в действие встроенного затенителя) бестеневого освещения. К приборам общего света относятся приборы типа ПР-60 с лампой накаливания КПЖ мощностью 3000 и 5000 Вт, а также типа ПБТ (прибор бестеневой).

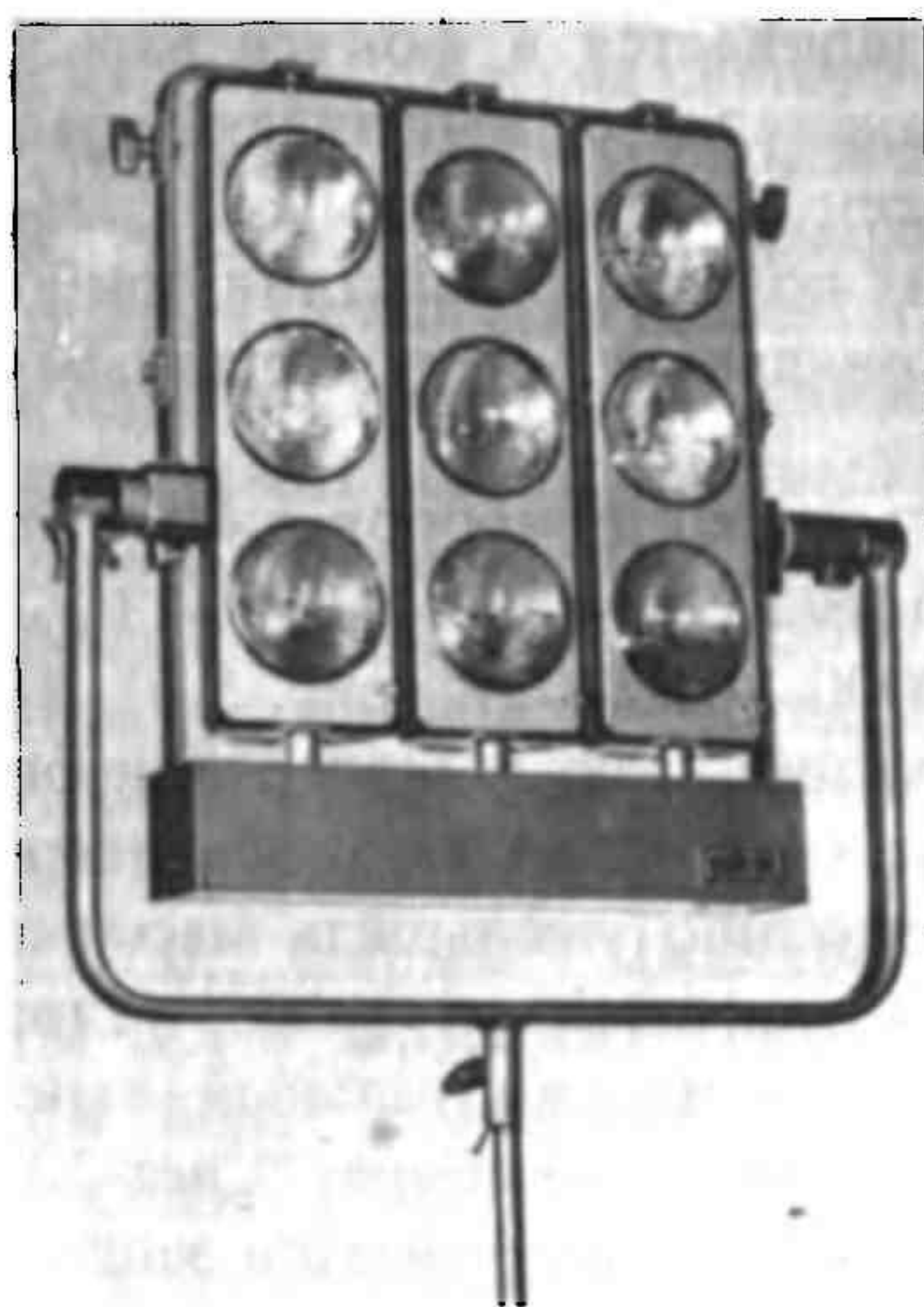


Рис. 5.7. Осветительный прибор "Фара-9М"

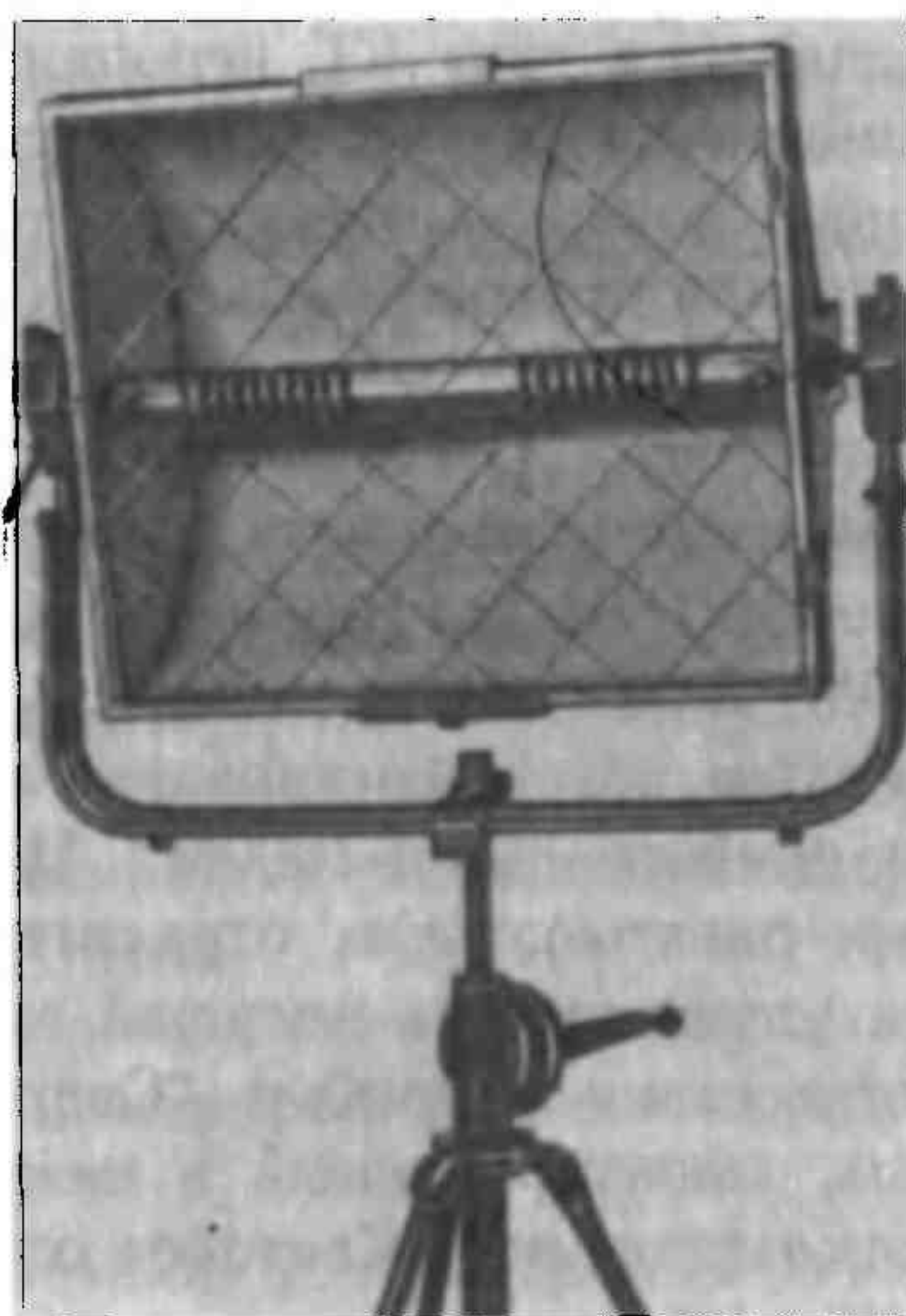


Рис. 5.8. Осветительный прибор типа "Кварц"

Приборы типа ПБТ (ПБТ-90, -70, -50) имеют алюминиевый диффузный отражатель, служащий одновременно корпусом прибора (у ПБТ-90 покрыт белым эмалевым лаком с коэффициентом отражения 0,85). Коэффициент полезного действия приборов ПБТ составляет 35—40 %. (В настоящее время приборы ПР и ПБТ, как морально устаревшие, сняты с производства, но имеются на киностудиях и используются достаточно широко.) Щиток-затенитель можно поворачивать вокруг оси лампы на 180 °, что изменяет режим работы прибора.

Бестеневые приборы типа "Кварц" имеют трубчатые галогенные лампы накаливания ("Кварц-8000, -4000") (рис. 5.8).

Благодаря невысокой стоимости зеркальных ламп ЗК-110-700 их широко применяют группами в павильонах киностудий художественных фильмов в качестве приборов общего верхнего света или для освещения верхних частей фона и задников.

Осветительные приборы автономного электропитания. Для освещения объекта киносъемки в условиях репортажа могут быть использованы осветительные приборы с автономным электропитанием (от аккумуляторов или сухих батарей). Очевидно, что мощность таких осветительных приборов не может быть очень большой. Так, выпускаются приборы типа "Луч" ("Луч-100, -200, -250" — число в наименовании показывает мощность, Вт) с кварцево-галогенными лампами накаливания. Они предназначены для работы с рук, имеют малые габаритные размеры и массу:

	"Луч-110"	"Луч-200"	"Луч-250"
Масса, кг:			
прибора	0,35	0,86	0,62
балласта	5,50	11,00	11,00
Габаритные размеры, мм:			
прибора	98x192x x96	210x160x x96	142x156x x132
балласта	255x72x x171	255x150x x171	255x150x x171

Новый унифицированный ряд киноосветительных приборов. Создается новый унифицированный ряд кинопрожекторов типа "Юпитер" с различными мощностями источников света (200—7000 Вт) и различными диаметрами выходных отверстий (100—350 мм) (табл. 5.4).

Каждый унифицированный кинопрожектор "Юпитер" с одинаковым выходным отверстием имеет три модификации:

- с металлогалогенной лампой, сферическим контротражателем и линзой Френеля с криволинейным несущим слоем;
- с металлогалогенной лампой, параболическим отражателем и защитным стеклом;
- с кварцево-галогенной лампой накаливания, сферическим контротражателем и линзой Френеля с криволинейным несущим слоем.

Таким образом, при шести значениях мощностей источников света получается ряд из 18 типоразмеров прожекторов, что позволяет использовать их при всех видах киносъемки: в павильоне, на натуре, хроникально-документальной.

Основные характеристики киноосветительных приборов типа "Юпитер"

Кинопрожектор	Тип лампы	Диаметр линзы или защитного стекла, мм	Светотехнические	
			для сфокусированного луча	
			$I \cdot 10^3$, кд	2α , °
"Юпитер-200МФ"	ДРИШ-200-2	100	70	8
"Юпитер-200МП"			20	40
"Юпитер-150НФ"	КГМ-24-150		25	7
"Юпитер-575МФ"	ДРИШ-575-2	150	225	7
"Юпитер-575МП"			50	40
"Юпитер-650НФ"	КГК-220-650		75	10
"Юпитер-1200МФ"	ДРИШ-1200-2	250	600	7
"Юпитер-1200МП"			90	40
"Юпитер-2000НФ-25"	КГК-220-2000		300	10
"Юпитер-2500МФ"	ДРИШ-2500-2		1200	6
"Юпитер-2500МП"			200	40
"Юпитер-2000НФ-35"	КГК-220-2000	350	350	10
"Юпитер-4000МФ"	ДРИШ-4000-2		1500	6
"Юпитер-4000МП"			500	40
"Юпитер-5000НФ"	КГК-220-5000		900	8
"Юпитер-7000МФ"	ДРИШ-7000-2	500	2500	6
"Юпитер-7000МП"			1000	40
"Юпитер-10000НФ"	КГК-220-10000		1900	8

Кинопрожекторы "Юпитер" заменят все приборы типов "Заря", "Пламя", "Сатурн", "Спектр". Важно, что при их конструировании учтено требование максимальной унификации узлов и деталей, что облегчает их производство, эксплуатацию, ремонт.

Дистанционно управляемые киноосветительные приборы. В настоящее время выпускаются киноосветительные приборы с дистанционным управлением их положением в пространстве (наклон и поворот) и фокусировкой светового пучка. Устройство для наклона и поворота находится в лире, устройство фокусировки источника света — в нижней части корпуса прибора. Пределы наклона корпуса по вертикали $+30^\circ$, -70° , поворот в горизонтальной плоскости — на 340° . Ско-

Таблица 5.4

характеристики		Массогабаритные характеристики			
для расфокусированного луча		прибора		пускового устройства	
$I \cdot 10^3$, кд	2α , °	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
10	40				
12	55	4,1	250×315×262	8,6	190×241×232
35	40	3,7	250×313×225	—	—
30	35	5,3	312×376×315	11,9	190×234×288
30	55	5,1	312×375×315		
8	40	2,6	315×337×230	—	—
60	35	11,3	445×507×362	17,6	187×256×326
60	55	10,4	458×603×373		
50	45	8,7	450×597×365	—	—
150	35	19,7	610×713×500	32,25	238×279×377
130	56	19,1	610×713×505		
60	45	15,2	615×713×500	—	—
200	40	21	605×740×493	36,4	240×292×367
300	55	21	605×730×477		
85	45	16,5	605×740×498	—	—
300	40	33,5	720×958×608	45,5	242×370×365
600	55	32,7	720×1053×585		
250	45	30,0	720×1050×625	—	—

рость поворота $6^\circ/\text{с}$. Скорость перемещения каретки с лампой в приборах типа "Заря-5000 ДУ, -1000 ДУ"—10—12 мм/с (в пределах 210 мм).

Конечно, такие приборы имеют значительно большую массу, чем их аналоги без дистанционного управления. Так, прибор типа "Свет-10000 ДУ" имеет массу (без навесных приспособлений) 45 кг, а прибор "Свет-10000" (без навесных приспособлений) — 16,5 кг.

Комбинированные осветительные приборы. Разработаны осветительные приборы, которые могут работать в нескольких вариантах (по характеру светораспределения) [198]. Таким прибором, например, является прибор "Кахоутек" (*Kahouteck*) фирмы "Джаниро" [125] с одной лампой накаливания, используемый в четырех вари-

антах. Этот двусторонний прибор представляет собой кинопрожектор с линзой Френеля и одновременно прибор рассеянного света, причем двухнитевая лампа накаливания может работать в двух режимах. Переход от использования прибора как прожектора с линзой Френеля к использованию в качестве прибора рассеянного света осуществляется поворотом отражателя внутри прибора вокруг лампы.

Фирма "Беркей Колортран" (*Berkey Colortran*, Англия) также выпускает комбинированный осветительный прибор [93]. Прибор позволяет производить быстрый переход от направленного освещения к рассеянному и наоборот. Он состоит из 4 галогенных ламп накаливания, расположенных на одной его стороне. Четырехштырьковая (бипост) лампа с двумя нитями накала расположена на другой стороне прибора с линзой Френеля и позволяет работать при полной или половинной мощности.

Киноосветительные приборы специального назначения. К киноосветительным приборам специального назначения обычно относят приборы для освещения под водой и в местах повышенной взрывоопасности (в рудниках и шахтах). Условия работы таких осветительных приборов обуславливают особые требования к их конструкции и характеристикам.

Так, *подводные* киноосветительные приборы должны иметь:

высокую световую эффективность, необходимую из-за сложности электропитания приборов под водой;

небольшое излучение вне основного пучка света для уменьшения дополнительного освещения воды, снижающего контраст изображения;

форму корпуса, благоприятную с точки зрения гидродинамики;

корпус, не подвергающийся коррозии и обеспечивающий прочность и герметичность прибора на рабочей глубине погружения.

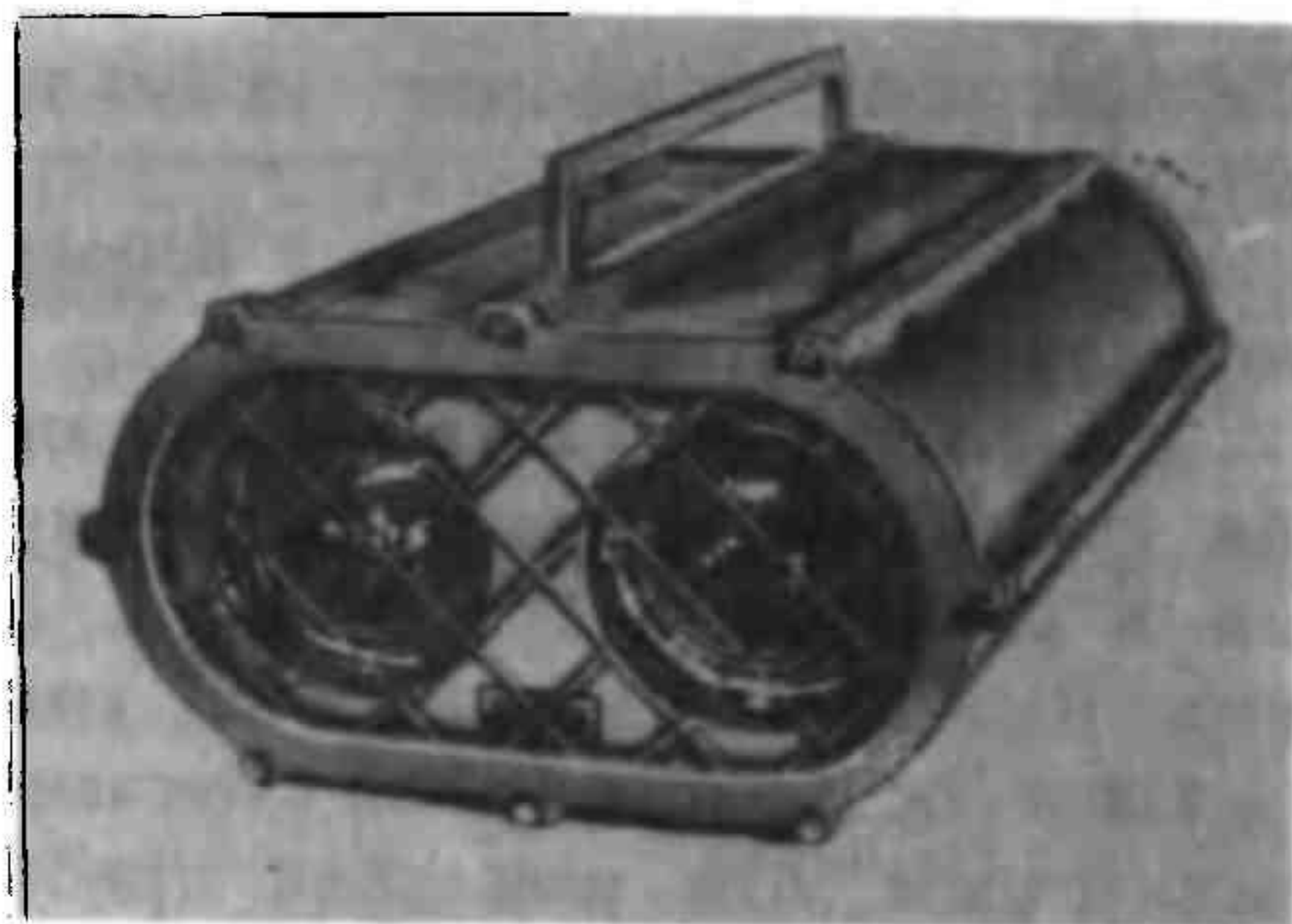
Для подводного освещения в настоящее время могут применяться осветительные приборы как *открытого* типа, в которых источник света непосредственно окружен водой, так и *закрытого* типа, в которых источник света отделен от воды прочным прозрачным иллюминатором.

В качестве источника света удобно использовать кварцево-галогенные лампы накаливания, имеющие малые габаритные размеры и повышенный срок службы. С точки зрения световой эффективности целесообразно использовать более эффективные закрытые приборы.

В НИКФИ разработаны приборы [69] для подводного освещения, которые могут быть использованы как в пресной, так и в морской воде с температурой от -2 до $+20$ °C на глубинах до 60 м. Приборы типа "Скат" имеют параболические отражатели (с коэффициентом зеркального отражения не ниже 0,85) и кварцево-галогенную лампу (рис. 5.9). Предусмотрена возможность фокусирующего перемещения лампы вдоль оптической оси, а также дистанционного включения прибора через кабель длиной до 10—15 м.

Внутри приборов расположены элементы автоматики, позволяю-

Рис. 5.9. Подводный осветительный прибор типа "Скат"



щие отключать батареи при снижении напряжения ниже допустимого предела, а за 3—5 мин до отключения включается световой указатель, предупреждающий об этом.

Разработан также подводный светильник СПК-1000 (мощность 1000 Вт), предназначенный для работы на глубине до 20 м.

Все разработанные осветительные приборы имеют унифицированные приспособления для их крепления на подводных штативах.

Приборы для киноосвещения в шахтах и рудниках должны иметь особую взрывобезопасную конструкцию. Такие приборы типа "Крот-500" (с металлогалогенными лампами) в настоящее время подготавливаются к выпуску [181].

5.4. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

К вспомогательному оборудованию операторского освещения относятся всевозможные устройства и приспособления, позволяющие оператору получить требуемый характер освещения объекта киносъемки и предназначенные для изменения геометрических и цветовых характеристик светового пучка прибора, степени его интенсивности и рассеяния; создания особых световых эффектов; установки и регулирования положения киноосветительных приборов. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Средства изменения характеристик световых пучков киноосветительных приборов. По характеру влияния на световой пучок осветительного прибора средства воздействия на него можно подразделить на: затенители, рассеиватели, отражатели, поглотители, светофильтры.

В качестве затенителей при киноосвещении наиболее широко используются различные шторки и тубусы.

Шторки предназначены для перекрытия части светового пучка осветительного прибора (см. рис. 5.6). Конструкция шторок позволяет перекрывать световой пучок под разными углами. Некоторые шторки закрепляются на шарнирных струбцинах, что дает большую свободу их расположения относительно светового пучка прибора. Кроме того, сами шторки могут иметь более сложную конструкцию. Так, в новом киноосветительном приборе "Омнилайт" (*Omni-light*) [121] каждая из четырех лопастей шторок составлена из трех частей, что позволяет менять конфигурацию шторки.

Тубусы предназначены для ограничения светового луча прибора. Они применяются с линзовыми прожекторами. Обычно каждый тип

осветительных приборов укомплектован тубусами различных диаметров.

В качестве *рассеивателей* используются чаще всего сетки различных видов, пленки и ткани.

Марлевые сетки — одинарные, двойные и фигурные — служат для уменьшения силы света с сохранением характера светораспределения в световом пучке прибора. При применении двойных марлевых сеток несколько увеличивается угол рассеяния прибора. *Тюлевые* сетки применяются для смягчения светового пятна с незначительным увеличением угла рассеяния прибора. Сетки монтируются обычно на проволочном ободе. *Матированная пленка* *арказоль* и *стеклоткань* применяются для создания равномерной освещенности декораций и возможно большего угла действия прибора.

В качестве *отражателей* применяются чаще всего плоские *щиты* с поверхностью, покрытой материалом с высоким коэффициентом отражения света (например, фольгой). Щиты могут иметь различные форму и размеры. Особенно часто отражатели применяются при съемке на натуре. Интересно, что, например, для киносъемки при солнечном свете с пониженной цветовой температурой (на восходе и закате) выпускается специальный *золоченый отражатель* [121]. Для экспедиции удобны отражатели, имеющие *сборные конструкции*, они состоят из типовых элементов сравнительно небольших размеров.

Разработан типовой ряд *подсветов* для съемки на натуре типа ПН-1 двух типоразмеров: базисный — 2 секции 450 X 900 мм и большой — из 4 базисных подсветов. Для установки подсвета и управления его положением служит телескопический откос с максимальной длиной 1800 мм.

В качестве *поглотителей* светового потока используют *специальные* сетки. Например, такая сетка из комплекта прибора "Свет-2000М" [178] с ячейками со стороной 1,5—2 мм имеет коэффициент пропускания примерно 0,5.

Для *изменения цветových характеристик светового пучка* осветительных приборов служат *светофильтры*, предназначенные для установки на осветительных приборах при цветной киносъемке. Светофильтры изготавливаются на ди- или триацетатцеллюлозной основе с тонким окрашенным желатиновым слоем и выпускаются в виде рулонов шириной 580 мм или форматных листов размером 580 X 600 мм. Комплект содержит светофильтры 50 марок.

Компенсационные светофильтры (табл. 5.5) предназначены

Компенсационные светофильтры

Таблица 5.5

Номер и марка	Цвет	Коэффициент пропускания	Тип осветительного прибора	Тип кинопленки
1, ДБ—ДС	Бледно-желтый	0,80	С белопламенной угольной дугой	"Дневные" (ДС)
2, ДЖ—ЛН	Желтый	0,65	С желтопламенной угольной дугой	"Вечерние" (ЛН)

Номер и марка	Цвет	Коэффициент про- пускания	Тип осветительного прибора	Тип киноплёнки
3, ДБ–ЛН	Желтый	0,42	С белопламенной угольной дугой	"Вечерние" (ЛН)
4, КС–ЛН	"	0,47	С ксеноновыми лампами	"
5, ЛН–ДС	Голубой	0,30	С лампами накаливания (цветовая температура 3200–3400 К) – КПЖ, ПЖК, кварцевогалогенными, зеркальными для подсветки на натуре	"Вечерние" (ЛН) "Дневные" (ДС)
6, ЛН–ЛН	Бледно-голубой	0,72	С лампами накаливания (2900–3000 К) – зеркальными типа К-110-500 и др.	"Вечерние" (ЛН)

для исправления спектрального состава света киноосветительных приборов применительно к нормам для употребляемых типов негативных и обрабатываемых цветных киноплёнок;

нейтрально-серые светофильтры применяют для ослабления света киноосветительных приборов без изменения его спектрального состава и без рассеивания; светофильтры № 7 (Н2), № 8 (Н4), № 9 (Н8) ослабляют силу света соответственно в 2, 4 и 8 раз;

эффектные светофильтры используют для цветного эффектного освещения; эти фильтры имеют следующие цвета:

С-100, -5, -2 – синий;
Г-100, -5, -2 – голубой;
ЗГ-100, -5, -2 – зелено-голубой;
З-100, -5, -2 – зеленый;
ЖЗ-100, -10, -3 – желто-зеленый;
ЗЖ-100, -10, -3 – зелено-желтый;
Ж-100, -10, -3 – желтый;
О-100, -10, -3 – оранжевый;
ОК-100 – оранжево-красный;
К-100, -10, -3 – красный;
ТК-100 – темно-красный;
М-100, -10, -3 – малиновый;
П-100, -5, -2 – пурпурный;
Л-100, -5, -2 – лиловый.

Фильтры одного цвета различаются насыщенностью цвета: с цифровым индексом 100 – с насыщенной окраской, 5 – средней насыщенности, 3 и 2 – слабой насыщенности.

В последнее время все большее распространение находят *интерференционные светофильтры* на стеклянной основе, имеющие большое преимущество перед *абсорбционными* в отношении коэффициента пропу-

скания: они практически не поглощают света в зонах пропускания. Интерференционные светофильтры имеют также преимущество перед *пленочными* с органическими красителями по срокам службы.

Для киноосветительных приборов в СССР выпускаются компенсационные интерференционные светофильтры (КИС) типа ЛН—ДС, имеющие такую же спектральную характеристику, как соответствующий пленочный светофильтр. Фильтры типа КИС изготавливаются на стеклянных подложках выпуклой формы, на вогнутую сторону которых нанесены слои интерференционного покрытия. Такая форма позволяет обеспечить практически одинаковую цветовую температуру в пределах всего светового пятна осветительного прибора при высокой прочности и термостойкости светофильтра, изготавливаемого из обычного недорогого стекла типа СВВ [50].

Разработаны интерференционные компенсационные светофильтры КИС МГ—ЛН, предназначенные для приборов с металлогалогенными лампами, приводящие их спектр излучения с цветовой температурой 6000 К к спектру ламп накаливания с цветовой температурой 3200 К. Таким образом, будет обеспечена возможность съемки в павильоне и естественных интерьерах при совместной работе приборов с металлогалогенными лампами и лампами накаливания.

Приспособления для световых эффектов. Рассмотрим наиболее распространенные из этих приспособлений [96].

Оптическая приставка, служащая для создания *световых пятен* с резко очерченными краями различной конфигурации и размеров, *имитации луны* и т.д., представляет собой систему из конденсора и проекционного объектива с гнездом для маски, которая определяет конфигурацию краев светового пятна приставки. В оптической приставке киностудии "Ленфильм" конденсор состоит из двух плоских дисковых ступенчатых линз, объективом служит линза с фокусным расстоянием 600 мм.

Прибор "Молния" предназначен для имитации *вспышек молнии*. В нем используется угольная дуга, закорачиваемая, а затем раздвигаемая с различной скоростью. Часто прибор "Молния" изготавливается в виде двух шарнирно соединенных деревянных стержней, на концах которых расположены угольные электроды.

Приспособление "Кружало" служит для создания *эффекта движения* (теней, предметов за окном квартиры, поезда и т.п.). Оно представляет собой конструкцию из металлических стержней, образующих два соединенных перекладинами обруча диаметром около 2 м. Верхний обруч имеет внутри крестовину, центр которой шарнирно соединяется с опорой, закрепляемой на осветительном приборе. Благодаря этому приспособление может вращаться вокруг осветительного прибора. К металлическим стержням приспособления можно прикреплять различные предметы (ветки, фигурные силуэты и т.п.), которые при вращении "Кружала" создают эффект движения.

Стеклянный плоскоцилиндрический рассеиватель служит для из-

менения размеров светового пятна прожектора КПД-90 в любой плоскости. Рассеиватель представляет собой набор плоскоцилиндрических линз, вставленных в оправу, конструкция которой позволяет поворачивать рассеиватель вокруг оптической оси на угол 360° . При этом за счет увеличения угла рассеяния и наличия поглощения в стекле сила света прожектора уменьшается.

Зеркальная приставка, служащая для *изменения направления луча прибора* под нужным углом, состоит из оправы с зеркалом и направляющих, шарнирно соединенных с оправой. Приставка вставляется при помощи направляющих в лапки оправы прибора, после чего зеркало поворачивается на заданный угол.

Темнители света применяются для снижения освещенности в декорациях при создании эффекта выключения света (гашение свечей, керосиновых ламп, люстр), при опускании штор и т.п. В качестве темнителей используются устройства (автотрансформаторы и др.), позволяющие плавно регулировать напряжение от нуля до номинального значения.

Устройства и приспособления для установки и регулирования положения киноосветительных приборов. Штативы служат для установки киноосветительных приборов на различной высоте над уровнем пола. На киностудиях применяются различные штативы типа ШБ, ШС и ШМ. Они имеют похожие конструкции, но различные габаритные размеры и массу, т.е. рассчитаны на установку приборов различной массы: ШБ — до 120, ШС — до 55, ШМ — до 8 кг.

Штативы ШБ и ШС имеют центральный выдвижной шток, оканчивающийся втулкой для установки осветительного прибора. Перемещение штока, т.е. подъем и опускание прожектора, осуществляется *вручную* с помощью самотормозящейся зубчатой передачи, расположенной в штативной головке и приводимой в движение специальной рукояткой. Штатив ШМ имеет телескопическую штангу, выдвигаемую на нужную высоту *вручную* и закрепляемую винтом. Перемещение штыря осуществляется от высоты над уровнем пола примерно 1 м и до высоты примерно 2 м.

Для удобства и бесшумного перемещения штатива с прибором его колеса обрезинены. Колеса могут легко поворачиваться вокруг вертикальной оси, что обеспечивает легкость поворота штатива с прибором. Штатив позволяет устанавливать и закреплять на центральной трубе балластное сопротивление дуговых кинопрожекторов.

В настоящее время осваивается выпуск новой линейки штативов для киноосветительной техники: Ш6, Ш25, Ш40, Ш100, Ш200, допускающих максимальную нагрузку соответственно 6, 25, 40, 100, 200 кг.

Более удобны в эксплуатации *штативы с электроприводом*, позволяющие дистанционно регулировать высоту подъема осветительного прибора. Так, экспедиционный высотный штатив 2ШЭВ (рис. 5.10), предназначенный для установки на нем приборов массой до 130 кг, обеспечивает с помощью электропривода подъем прибора до высоты 3,3 м. Штатив представляет собой телескопическую колонну с электропри-

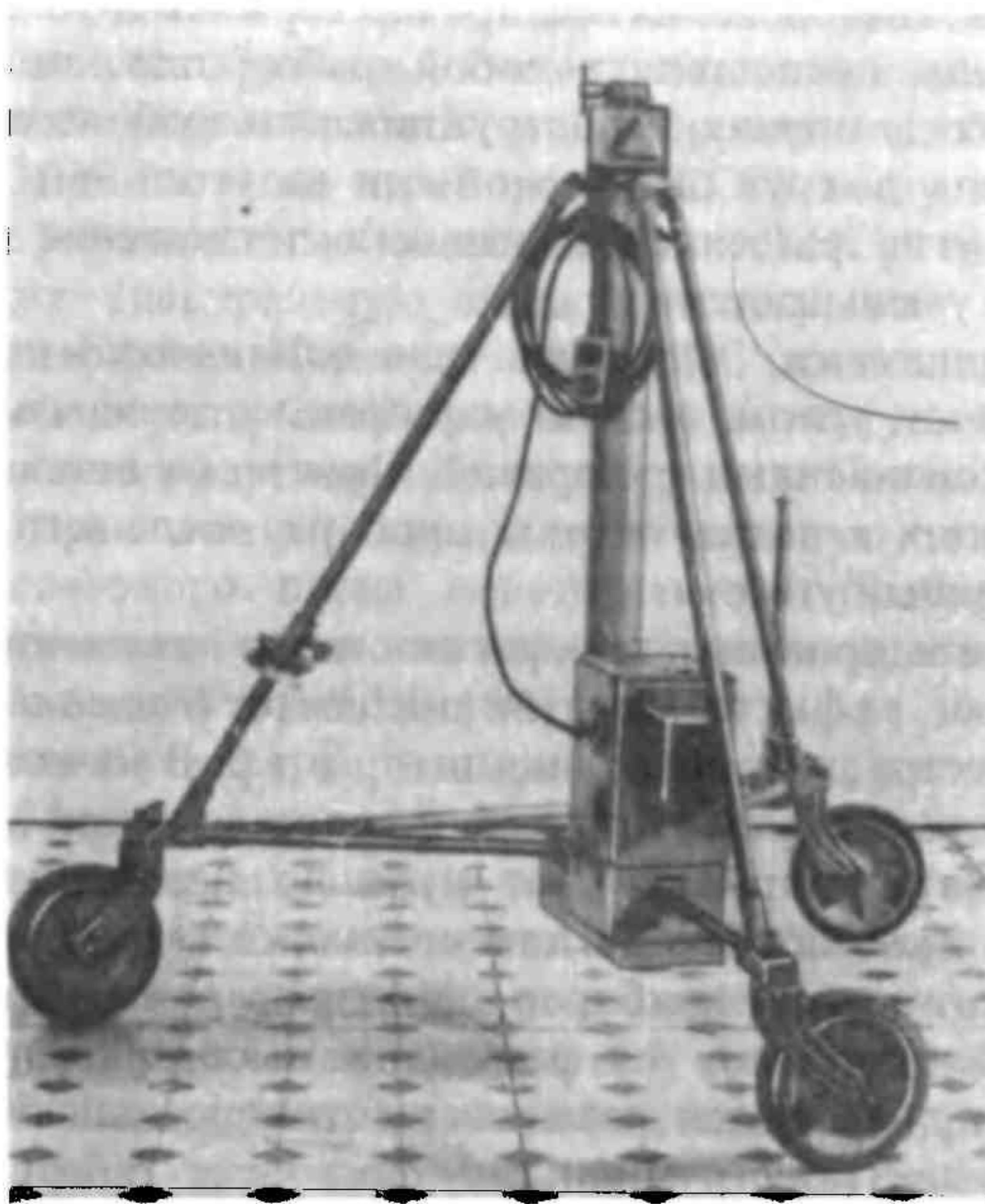


Рис. 5.10. Штатив с электроприводом

водом, соединенную с ходовой частью (треногой). Дистанционное управление штативом осуществляется при помощи выносного пульта управления, подключаемого с помощью разъема к основному пульту штатива. На колесах треноги имеется тормозное устройство. Для установки штатива на неровной поверхности используется домкрат, прикрепляемый к одной из колесных кареток. Для страховки от опрокидывания штатива применяются расчалки (стальные тросы).

Для удобства работы с осветительным прибором имеется лестница-стремянка с площадкой для осветителя. Для управления осветительным прибором на высоте к штативу придается специальный наконечник, в который должен быть вставлен шест необходимой длины.

Подводный штатив для осветительной аппаратуры [131] имеет пределы регулировки по высоте 0,8—2,0 м. Штатив комплектуется специальной головкой для одновременной установки четырех осветительных приборов с возможностью регулирования их взаимного расположения.

Вышки-штативы применяются для установки приборов на бóльшую высоту, чем позволяют обычные штативы, кроме того, на вышках-штативах имеется место для обслуживающего прибор рабочего-осветителя. Так, вышка-штатив типа "Марс" рассчитана на установку осветительного прибора массой до 100 кг. Высота подъема прибора — 3,96 м. Подъем и спуск прожектора производятся при помощи тельфера или блока.

Некоторые вышки-штативы имеют привод для подъема и спуска, например ручную лебедку.

Для установки совместно группы приборов используются различные по конфигурации *рамы* (например, поворотная рама "Свет-8000" [178] с четырьмя приборами "Свет-2000М"), которые могут закрепляться на штативе, на элементах декорации, на полу павильона или подвешиваться к потолку павильона. Могут применяться в ряде случаев также различные кронштейны, стрелы, фермы, журавли. Для установки относительно легких приборов могут применяться различного рода *струбины*.

При необходимости размещения осветительных приборов на полу в павильоне они устанавливаются на треножной подставке с колесами или без них.

Для установки приборов применяют также различные *сборные осветительные вышки* (называемые также *практикаблями*).

Все вышеперечисленные средства для установки осветительных приборов размещаются на полу павильона, что загромождает съемочную площадку и окружающее ее пространство, затрудняет перемещение съемочной аппаратуры и людей на съемочной площадке. Поэтому естественным является стремление максимально освободить съемочную площадку (пол павильона) от осветительной аппаратуры и средств ее установки. Это возможно при обеспечении в павильоне закрепления осветительной аппаратуры сверху, с рабочего потолка павильона.

Наиболее распространенным на киностудиях способом закрепления осветительной аппаратуры с рабочего потолка киносъемочного павильона является ее *установка на осветительных лесах*, подвешенных с помощью специальных устройств (различного рода подъемников) к потолку. Эти леса должны обеспечить необходимую грузоподъемность, а также безопасность нахождения там приборов и обслуживающих их рабочих-осветителей.

В ряде случаев на киностудиях используют *подвесные рейки* (для установки на них группы зеркальных ламп), а также *штанкеты* (отрезки труб различной длины), высоту подвеса которых можно менять.

В настоящее время в павильонах для съемки кинофильмов, и особенно телефильмов, предполагается осуществлять подвеску осветительных приборов в основном на штанкетах и телескопах [151, 189]. Это позволяет относительно легко менять высоту подвеса осветительных приборов, что делается с помощью лебедок, приводимых в движение ручным или электрическим приводом [189].

Однако в процессе формирования необходимых по художественному замыслу схем светораспределения на съемочной площадке требуется не только изменить высоту подвеса прибора или передвинуть его в нужную точку павильона по направляющим рабочего потолка, но также, например, изменить наклон прибора, поворот его, фокусировку и т.д.

Это можно осуществить *вручную*, если для проведения подобной операции регулирования осветительный прибор опустить до такого

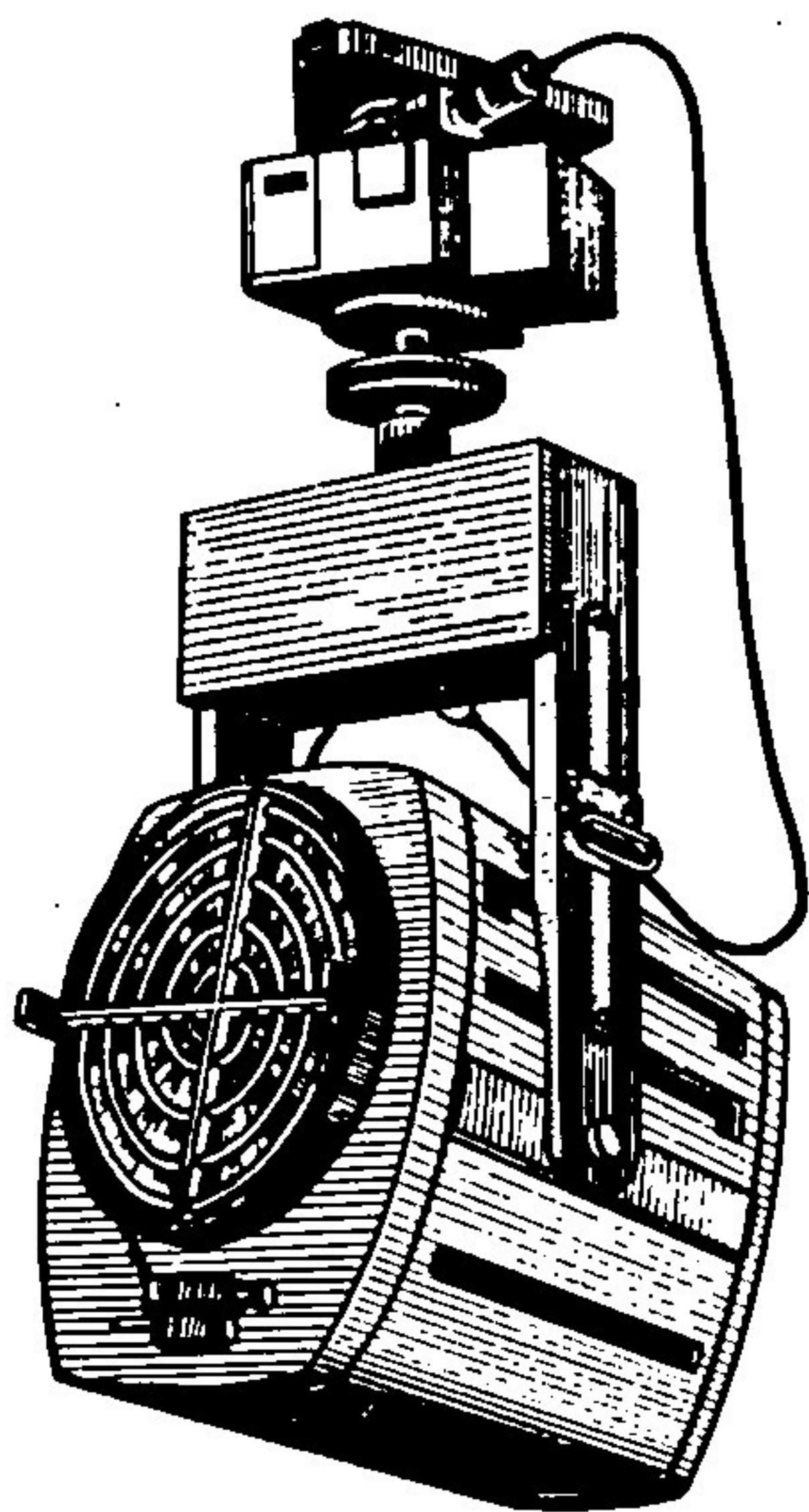


Рис. 5.11. Дистанционно управляемый осветительный прибор

уровня, чтобы рабочий-осветитель мог проделывать манипуляции, стоя на полу павильона.

Другой способ управления ориентацией и фокусировкой осветительных приборов называется *шестовым* [189]. Он основан на применении специального легкого шеста, с помощью которого рабочий-осветитель может дистанционно приводить в действие механизмы фокусировки, поворота и наклона осветительных приборов. Для этого в каждом приборе должна быть установлена специальная *регулирующая насадка*. Однако возможности применения шестового управления осветительными приборами ограничивается тем, что высота подвески приборов при этом не должна быть более 4,5–5 м над полом павильона.

Более универсальной системой управления осветительными приборами является система *дистанционного электромеханического управления* при помощи сервомоторов поворота, наклона и фокусировки прибора, включаемых с пульта управления. Сервомоторы вместе с их редукторами могут быть смонтированы непосредственно на самом приборе, составляя с ним одно целое. Например, в приборе "Свет-1000 ДУ" осуществляются дистанционно повороты: относительно горизонтальной оси вверх — до 30° , вниз — до 90° (скорость поворота — $6^\circ/\text{с}$); в приборе типа "Заря-5000 ДУ" кроме поворотов осуществляется перемещение каретки с лампой со скоростью 12 мм/с.

Другой вариант, более прогрессивный, предусматривает установку непосредственно на приборе только сервомотора фокусировки, электродвигатели же механизмов наклона и поворота монтируются в отдельной управляющей головке, располагаемой над прибором и соединяемой с ним кронштейнами с расположенными внутри передаточными механизмами, образующими лиру для прибора (рис. 5.11) [189]. В настоящее время разрабатываются конструкции универсальных головок, позволяющих соединять их при подвеске с любым необходимым в данном случае прибором.

Телескопические подвесы могут быть рассчитаны на установку не одного прибора, а сразу нескольких, т.е. группы приборов. В этом случае число телескопических подвесов, требуемых в павильоне, сокращается в несколько раз. Так, дистанционно управляемый групповой телескопический подвес типа ПТ [189] рассчитан на общую массу подвешенных приборов до 110–130 кг. Подвесы типа 10ПТ могут быть использованы в павильонах высотой до рабочего потолка 9,5 м, а подвесы типа 13ПТ — в павильонах высотой до рабочего потолка 12–12,5 м.

В настоящее время разработке систем управления пространственным положением (наряду с управлением коммутацией) киноосветительных приборов уделяется большое внимание. Так, НИКФИ, киностудия "Мосфильм" и Гипрокино провели соответствующее исследование и разработку такой системы применительно к магистральной схеме электропитания осветительных приборов.

Следует отметить, что перечисленные варианты и способы установки киноосветительных приборов, конечно, не исчерпывают всех, используемых на киностудиях. Некоторые кинооператоры считают, что в ряде случаев (например, в тесных интерьерах) удобно использовать специальные осветители, установленные на КСА. Поэтому иногда различными способами закрепляют киноосветительные приборы на самих КСА и даже на кинооператорах, осуществляющих киносъемку с рук и т.д. Однако в этих случаях используемые технические средства изготавливаются не промышленностью, а самими киностудиями.

5.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЭКСПОНОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ КИНОСЪЕМКЕ

Экспонометрический контроль освещения при киносъемках сводится к установлению и поддержанию постоянства выбранной оператором освещенности или яркости основного объекта съемки. Освещенность или яркость других элементов снимаемой сцены контролируются с целью достижения баланса освещенностей или яркостей, выбранного оператором в соответствии с его замыслом.

Плотности участков негатива связаны с яркостями соответствующих участков объекта съемки, поэтому в процессе контроля освещения при киносъемке следовало бы производить измерения яркостей. Однако задача поддержания постоянства плотностей изображений важнейших объектов съемки и определяющих их яркостей при необходимости учета диффузной составляющей отражения однозначно решается поддержанием постоянства освещенности этих объектов.

Техника измерений освещенности проще и связана с меньшими требованиями к измерительным приборам, чем техника измерения яркости, особенно небольших участков объектов съемки. Измерять освещенность можно при установке света и без актеров на съемочной площадке.

Экспонометры и яркомеры. Освещенность объекта съемки измеряется экспонометром или люксметром. Контроль освещения по величине освещенности не исключает контроля по яркости. Большинство современных экспонометров обычного типа позволяют измерять также и яркость объектов, т.е. являются и яркомерами. При измерении яркости в пределах углов $40\text{--}60^\circ$ определяется так называемая *средневзвешенная яркость объекта съемки*.

В последние годы получили распространение так называемые *ярко-*

меры деталей кадра, позволяющие измерять яркость малых участков объекта съемки. Эта возможность обеспечивается при измерении в пределах очень малых, порядка $1-2^\circ$ и менее, углов.

Измерение яркости может осуществляться также фотоэлектрическим измерительным устройством, *встроенным в КСА* со светоприемным элементом, установленным за объективом аппарата (система ТТЛ). Особенно ценно, что при смене объектива или при изменении фокусного расстояния ОПФ такая система экспонометрического контроля автоматически учитывает изменение угла зрения объектива (см. гл. 2).

В ряде случаев в кинематографии используют экспонометры, выпускаемые для фотокинолюбителей ("Ленинград-4, -6, -10", "Свердловск-2"). Используются также импортные приборы.

Цветоизмерительные приборы для контроля киносъемочного освещения. Значительно сложнее обстоит дело с контролем освещения при цветной киносъемке, так как в этом случае главной задачей является обеспечение правильной цветопередачи.

Важнейшими требованиями к цветопередаче в цветном фильме являются: постоянство цветов сюжетно важных деталей от кадра к кадру (и от плана к плану), т.е. *во времени*, и однородность цвета в *данном кадре* в пределах каждой детали изображения одного цвета при всех возможных перемещениях. При неизменных характеристиках цветной киноплёнки и процесса ее обработки постоянство цветопередачи при нормальной экспозиции зависит от постоянства спектрального состава киносъемочного освещения, соответствующего балансной норме для данной киноплёнки.

Поэтому контроль освещения заключается в проверке соответствия спектрального состава освещения балансной норме и определении необходимых изменений путем использования цветных компенсационных светофильтров или изменения режима работы источников света. Особенно важным стал контроль спектрального состава освещения при киносъемках в естественных интерьерах, при применении многокамерного метода съемки и при использовании источников света с различными спектральными характеристиками.

У реальных источников света изменения в цветофотографическом балансе происходят одновременно по всем трем зонам спектра. Поэтому наиболее точным является *трехзональный контроль* спектрального состава киносъемочного освещения, в результате которого определяют соотношение эффективных энергий в трех цветофотографических зонах спектра, соответствующих кривым спектральной чувствительности трех слоев цветной киноплёнки (эти зоны характеризуются длинами волн 416, 545, 637 нм). Спектральный состав освещения при этом характеризуется двумя коэффициентами цветофотографического баланса: показателем сине-красного (С/К) и зелено-красного (З/К) отношений [50, 58].

Однако практика показывает, что для основных видов искусственного и естественного освещения для приближенной оценки спект-

рального состава освещения достаточно контролировать соотношение энергий только в двух зонах спектра, пользуясь методом *сине-красного отношения* (С/К).

Контрольно-измерительные приборы, применяемые при цветной киносъемке, как правило, имеют шкалы не цветовой, а цветофотографической температуры, различие между которыми обусловлено отличием кривых спектральной чувствительности слоев негативной киноплёнки от кривых сложения глаза.

Для оперативного применения при киносъемке результатов измерения спектрального состава освещения обычно в комплекте с трехзональным или двухзональным измерителем имеется *калькулятор*, позволяющий быстро определить по показаниям прибора, какие съемочные светофильтры необходимо применить для корректировки киносъемочного освещения.

Спектрзональные характеристики корректирующих съемочных светофильтров принято выражать не в градусах цветовой температуры, а в майредах¹.

Итак, основные требования к приборам для контроля спектрального состава киносъемочного освещения:

необходимость трехзонального контроля цветофотографических показателей спектрального состава света;

широкий диапазон измерений — от 2500 до 25 000 — 30 000 К;

независимость показаний от уровня освещенности в широком диапазоне от 50—100 до 100 000 лк;

необходимость определения в результате измерений требуемых корректирующих съемочных светофильтров;

оперативность и удобство считывания показаний;

малые габаритные размеры и масса.

На киностудиях используют различные цветоизмерительные приборы.

Прибор типа ЦЯ-1 представляет собой яркомер, рассчитанный на измерения в пределах угла $1,5^\circ$ при угле наблюдения $10-14^\circ$. В нем использован фотоэлемент с усилителем, позволяющий вести измерения трехзональных яркостей в интервале от 6 до 38 000 кд/м². Он выполняет следующие функции: определение (применительно к трехцветному фотографическому процессу) цвета поверхностей; измерение цветоделенных яркостей отдельных малых участков объекта съемки; определение трехзональных спектральных характеристик света и съемочных и осветительных светофильтров.

Прибор "Минолта Колор Метер" (*Minolta Color Meter*) фирмы "Минолта Камера" (*Minolta Camera*, Япония) — трехзональный спектрометр, измеряющий цветофотографическую температуру в интервале от 2500 до 12 500 К. В корпус прибора встроен калькулятор для пересчета результатов измерения в цветовую температуру или в номера съемочных корректирующих светофильтров.

¹ Майреды (или обратные микроградусы) определяются отношением $10^6/T_{\text{цв}}$.

Прибор "Гёссен сикстиколор" (*Gössen Sixticolor*) фирмы "Гёссен" (*Gössen*, ФРГ) — двухзональный измеритель спектрального состава освещения, интервал измерений 2600—20 000 К.

Прибор "Спектра Колор" (*Spectra Three Color*) той же фирмы спектрально скорректирован для цветной негативной киноплёнки при $T_{\text{цв}} = 3200$ К. Интервал измерений цветофотографической температуры 2500—30 000 К. Имеет два отдельных измерителя (для одновременного измерения спектральных отношений S/K и Z/K) с тормозящимися стрелками, что позволяет получить показания практически мгновенно.

5.6. ТЕНДЕНЦИИ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ КИНООСВЕТИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Можно указать на следующие основные тенденции перспективного развития технических средств операторского освещения киносъёмочной площадки, связанные с направлениями общего развития современной техники, такими как повышение эффективности (в данном случае световой), миниатюризация или улучшение массогабаритных показателей, универсализация и др. [71, 103, 147, 198].

1. *Повышение световой эффективности* киноосветительной аппаратуры базируется прежде всего на применении новых источников света, особенно металлогалогенных ламп, имеющих световую отдачу, приблизительно в три раза превышающую световую отдачу ламп накаливания. Преодолению ряда недостатков этих ламп (немгновенное разгорание, необходимость применения специальных электропитающих устройств для устранения стробоскопического эффекта при киносъёмке и др.) в настоящее время уделяется большое внимание, и усилия специалистов должны увенчаться успехом.

Повышение светового КПД осветительных приборов идет также по пути использования новых отражающих покрытий, новых методов обработки и отделки материалов, за счет применения вместо поглощающих (абсорбционных) цветных светофильтров интерференционных.

Продолжается работа и по исследованию и применению новых оптико-осветительных систем, обладающих высоким КПД и обеспечивающих удовлетворение творческих запросов кинооператоров, в частности с использованием новых видов линз Френеля.

2. *Уменьшение габаритных размеров и массы* киноосветительных приборов является и в перспективе весьма важной задачей. Применение новых конструктивных материалов, таких как легкие сплавы, новые искусственные материалы, армированные металлической сеткой, стеклотканью и др., позволяет облегчить осветительные приборы. В частности, замена керамического стекла органическим, выдерживающим высокие температуры, позволит создать более легкие и прочные линзы Френеля, чем применяющиеся сегодня. Ведутся также поиски новых форм корпусов киноосветительных приборов

(определенные удобства [198] дает прямоугольная форма или, например, форма усеченного конуса для мощных кинопроекторов с линзами Френеля).

3. Целесообразным можно считать создание (особенно для киносъемок во внестудийных условиях) *универсальных осветительных приборов*, что может быть выполнено путем разработки какой-либо новой оптико-осветительной системы, обладающей достоинствами схемы с линзой Френеля, но имеющей более высокий КПД.

4. *Телемеханизация и автоматизация* в дальнейшем должна распространяться на такие операции, как замена вышедших из строя ламп в осветительных приборах, перемещение шторок, установка и смена светофильтров и рассеивателей и др.

Установка осветительных приборов на индивидуальных подвесах телескопического или пантографического типов позволит изменять положение приборов в различных направлениях. Управление движением и включением приборов будет осуществляться централизованно с пульта, связанного с кинооператором и мастером-светотехником, в частности по радиопереходу.

Централизованное программное управление киноосветительными приборами должно осуществляться не только в павильоне, но и при внестудийных киносъемках, где осветительные приборы устанавливаются часто в труднодоступных местах и использование многочисленного обслуживающего персонала особенно невыгодно.

5. Должен быть создан необходимый комплект *передвижных средств* для работ по операторскому освещению при внестудийных киносъемках (передвижные базы осветительной техники, электропитающие устройства, устройства коммутации и управления операторским освещением).

6. Должны быть созданы все необходимые технические средства для операторского освещения объекта киносъемки при проведении киносъемок *в особых условиях* (под водой, в рудниках и шахтах), а также для съемок голографических фильмов.

7. Должен быть создан весь необходимый комплекс технических средств для осуществления *экспонетрического контроля* при различных видах киносъемки, в том числе с помощью телевизионных средств (по строке телевизионной развертки изображения снимаемого объекта [38, 167, 185]), а в дальнейшем и внутрестудийная система операторской экспонетрии сквозного процесса съемка — обработка — печать [12, 13].

ГЛАВА 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗВУКОЗАПИСИ ПРИ КИНОСЪЕМКЕ

6.1. ЗВУКОЗАПИСЬ НА КИНОСЪЕМОЧНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Целью звукооператора при киносъемке каждого кадра (эпизода) является получение такой первичной фонограммы, которая позволит при демонстрации фильма достичь звучания с необходимым художественным и техническим качеством. Наряду с этим имеет значение и то, какой ценой этого добиваются, каковы затраты времени, усилий участников киносъемки, материальных средств, т.е. организационно-экономическая сторона дела.

Перечислим основные виды звукозаписи в процессе киносъемки.

Синхронная чистовая (т.е. высококачественная) *запись речи действующих лиц и шумов* (так называемых "игровых"), сопровождающих действие на съемочной площадке, осуществляется в процессе синхронной киносъемки, которую считают основным видом киносъемки в художественном кинематографе [63, 95, 119]. Для проведения синхронной чистовой записи необходимы соответствующие условия.

Должен быть обеспечен низкий (точнее, допустимый) уровень **з в у к о в ы х п о м е х** (шумов) на киносъемочной площадке от различной аппаратуры, механизмов, людей, окружающей живой и неживой природы.

Результирующий уровень шумов на съемочной площадке зависит от: интенсивности и направленности излучения источников шума; местонахождения источников шумов относительно съемочной площадки (расстояние и угловое направление по отношению к направлению максимальной чувствительности микрофона); акустических свойств среды, в которой ведется киносъемка, определяющих характер звукового поля от источников шумов (т.е. характер распространения и поглощения звуков).

Большое значение для качества звукопередачи имеют благоприятные **а к у с т и ч е с к и е у с л о в и я** на съемочной площадке.

Съемочный павильон киностудии должен быть акустически нейтральным, т.е. с малым временем реверберации, поскольку в случае необходимости реверберацию можно увеличить с помощью искусственных ревербераторов на более поздних этапах работы по звуковому решению фильма.

На открытой натурной площадке звуковое поле близко к свободному.

В различных интерьерах могут быть разнообразные акустические условия, поэтому в случае слишком большого (для записи речи) времени

реверберации звукооператор должен определить возможность принятия каких-либо мер (например, дополнительное заглушение помещения) или проведения чистой записи.

Очень важны для получения высококачественной фонограммы речевые данные актеров. Так, важнейший показатель качества передачи речи — разборчивость — в значительной степени зависит от дикции. При проведении кинопроб актеров это качество особенно должно учитываться. Если все же выбран исполнитель, обладающий плохой дикцией или дефектами речи, вместо записи чистой фонограммы проводят последующее речевое озвучивание другим актером.

К *синхронной черновой записи речи и шумов* на съемочной площадке предъявляются менее высокие требования в отношении качества получаемой фонограммы, кроме требования синхронности.

Определенные особенности имеет *синхронная чистовая запись в документальных фильмах* — запись речи, музыки, любых других звуков. Обычно условия проведения такой записи не позволяют в полной мере обеспечить ее высокое качество, поэтому звукооператор должен иметь возможность применить различные виды обработки записываемого сигнала.

Синхронная запись репортажа проводится в самых разнообразных акустических (в особенности по уровню мешающих шумов) и метеорологических условиях, обстановке в месте записи (например, кабина самолета, забой в шахте и т.д.). Здесь на первое место выступают требования портативности, высокой надежности, защищенности от электромагнитных помех, ударо-, вибро-, влаго- и термоустойчивости аппаратуры.

Синхронная запись явлений природы, звуков животного мира, характерная для научно-популярного кинематографа, также требует портативной аппаратуры звукозаписи, характеризующейся низким энергопотреблением и высокой надежностью в разнообразных климатических и метеорологических условиях.

Как отдельный вид звукозаписи при киносъемке можно также назвать *синхронное воспроизведение звука на съемочной площадке при проведении съемки под фонограмму* (съемки с предварительным озвучиванием). В этом случае очень важна синхронность воспроизводимого звука и снимаемого изображения, часто требуется значительная звуковая мощность, в то время как требования к качеству звучания снижены. Оставив вне нашего обсуждения вопросы художественного качества звукопередачи в кинематографии, остановимся на некоторых технических характеристиках звукозаписи, которые важны при рассмотрении звуко-технической аппаратуры, используемой в процессе киносъемок.

6.2. СИНХРОНИЗАЦИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗВУКА И ИЗОБРАЖЕНИЯ

До начала 1950-х гг. звук во время киносъемки записывался *фотографическим способом* на специальную негативную киноплёнку в отдельных аппаратах записи.

Это было обусловлено рядом причин.

1. Требования к кинопленкам для записи звука и съемки изображения существенно различны, поэтому записать звук с должным качеством на одну пленку с изображением невозможно.

2. Совмещение в одном аппарате функций съемки киноизображения и записи звука на двух различных носителях, т.е. введение двух лентопротяжных трактов, четырех кассет, а для записи звука еще и узла стабилизации скорости носителя, привело бы к сильному увеличению габаритных размеров комплексного аппарата (хотя такие аппараты — микст-камеры — ранее составляли целый класс [29, 45]).

3. Использовать в процессе монтажа фильма единую ленту со звуком и изображением было бы затруднительно (один и тот же звук режиссер в процессе монтажа может сочетать с разными изображениями), поскольку их не разделить. Дополнительная трудность заключается в неизбежности некоторого сдвига (вдоль киноленты) между изображением и соответствующим ему звуком из-за того, что регистрируются они в разных узлах кинокамеры (ведь звук можно записывать только на некотором удалении кинопленки от фильмового канала, где можно обеспечить ее движение с постоянной скоростью).

Синхронность звука и изображения, т.е. отсутствие расхождения между двумя кинопленками в киносъемочном и звукозаписывающем аппаратах, достигалась просто и надежно за счет того, что:

одинаковые по размерам перфорированные кинопленки для изображения и для звука надежно ведут зубчатые барабаны лентопротяжного механизма в соответствии с вращением роторов приводных электродвигателей в каждом из аппаратов;

приводные электродвигатели обоих аппаратов были синхронными, так что их роторы вращались синхронно с вращающимся магнитным полем статоров, т.е. синхронно с частотой электропитающей сети;

электродвигатели обоих аппаратов были включены в общую электропитающую сеть, поэтому все возможные изменения частоты сети отражались на них одинаково, что исключало расхождения между кинопленками, двигавшимися с одной скоростью.

Главными недостатками фотографического метода записи звука в процессе киносъемки являлись необходимость в химико-фотографической обработке фонограммы (а следовательно, дополнительные время и затраты на обработку, кроме того, во время съемки нельзя проверить качество фонограммы) и очень большие габаритные размеры и масса звукозаписывающей аппаратуры.

В 1950-е гг. в кинематографию пришла магнитная запись звука, что было обусловлено следующими ее достоинствами:

возможностью практически мгновенно получить готовую фонограмму, что позволяет, во-первых, осуществить сразу же (со сдвигом во времени в доли секунды) контроль ее качества, во-вторых, дает экономию за счет исключения химико-фотографической обработки и печати позитива, негативной и позитивной звуковых кинопленок;

повышением качества звукопередачи, бóльшим в случае использования магнитной записи — воспроизведения в сквозном кинематографическом процессе, т.е. включая звуковоспроизведение в кинотеатре (как в широкоформатном кино и широкоэкранном с четырехканальной магнитной фонограммой), и меньшим в случае использования на фильмокопии фотофонограммы;

возможностью многократного использования магнитного носителя.

Конечно, магнитная запись звука имеет и недостатки, которые в определенной мере тормозили ее внедрение в практику фильмопроизводства: трудности монтажа, обусловленные невидимостью результата записи и необходимостью предотвращения как случайной намагниченности фонограмм (даже монтажными ножницами), приводящей к возникновению заметных помех, так и случайного их размагничивания, т.е. уничтожения;

некоторое усложнение эксплуатации аппаратуры записи, выразившееся в необходимости весьма тщательной юстировки магнитных головок, регулярной их чистки, регулярного размагничивания деталей лентопротяжного тракта магнитофона, необходимости защиты от паразитных магнитных полей.

Для сохранения привычной технологии работ по синхронному монтажу фильмовых материалов носители магнитной записи — перфорированные магнитные ленты сплошного полива — имели те же геометрические параметры, что и киноплёнки (35 и 16 мм). Исключением являлись широкоформатные 70-мм фильмы, фонограммы для которых записывались на 35-мм магнитной ленте. Это привело к тому, что аппаратура магнитной записи была столь же громоздкой и тяжелой, как и аппаратура фотографической записи. Ясно, что для внутростудийных записей это не имело решающего значения, тогда как для выездных киносъемок это очень важно. Использование вместо 35-мм перфорированной магнитной ленты 17,5-мм ленты с односторонней перфорацией не решало кардинально вопроса снижения габаритных размеров и массы аппаратуры записи и воспроизведения, а только снижало несколько расход магнитного носителя [35, 146].

Поэтому в конце концов во всем мире пришли к необходимости использования для синхронной записи звука в павильоне и на натуре такой же магнитной ленты, какая успешно применялась в студийной практике радио и телевидения, т.е. неперфорированной ленты шириной 6,25 мм. Конечно, это стало возможным только после того, как был найден и освоен приемлемый метод синхронизации записанной на таком носителе фонограммы с изображением, снятым на перфорированной киноплёнке.

Новая технология записи звука кинофильмов, основанная на применении при синхронной записи в павильоне и во внестудийных условиях 6,25-мм неперфорированной магнитной ленты [85, 86], имеет следующие достоинства.

1. Упрощается и ускоряется (за счет большей оперативности) про-

цесс звукозаписи, а значит и всей съемки, так как звукооператору значительно удобнее работать с малогабаритной аппаратурой, которая вся сосредоточена в одном месте, непосредственно на съемочной площадке.

2. Магнитофоны на 6,25-мм магнитной ленте потребляют значительно меньше электроэнергии, чем на 35-мм ленте, что делает возможным их автономное питание, а это, в свою очередь, позволяет звукооператору производить звукозапись при репортажной съемке, съемке скрытой камерой и в труднодоступных местах.

3. Упрощается проведение съемки под фонограмму.

4. Исключается процесс монтажа 35-мм оригинальных фонограмм по смонтированной рабочей копии фонограмм [63].

5. Использование более тонкой и гибкой магнитной ленты повышает качество записи по некоторым показателям. Так, лучшее прилегание ленты к магнитным головкам улучшает передачу высоких частот, что позволяет снизить скорость движения ленты в магнитофоне (при отказе от 35-мм перфорированной ленты можно отойти от синхронной скорости 456 мм/с). Отсутствие ведущего зубчатого барабана облегчает задачу стабилизации скорости движения носителя.

6. Значительно снижается расход магнитного носителя. Например, 6,25-мм магнитной ленты при скорости ее движения 190,5 мм/с по сравнению с 35-мм лентой (скорость 456 мм/с) требуется примерно в 13 раз меньше по площади, а если учесть их различие также и по толщине (примерно в 2,5 раза), то в целом расход носителя сократится приблизительно в 30 раз.

7. Отпадает необходимость, как это было раньше, в устройстве специальной аппаратной звукозаписи в съемочных павильонах (или централизованной аппаратной записи для всех павильонов) студии, не нужно прокладывать специальных звуковых линий и создавать специальные коммутационные устройства.

8. Снижаются эксплуатационные расходы съемочной группы и всей киностудии за счет сокращения численности обслуживающего съемку персонала (не нужны техники звукозаписи для 35-мм стационарных аппаратов записи) и снижения расхода электроэнергии.

Однако технология, основанная на использовании 6,25-мм неперфорированной магнитной ленты, имеет и некоторые недостатки.

1. Поскольку 6,25-мм магнитную ленту невозможно в настоящее время использовать в процессе синхронного монтажа фильмовых материалов, то в технологический процесс вводится дополнительная операция копирования фонограммы с 6,25-мм ленты на 35-мм (или 16-мм — на телестудиях) перфорированную ленту.

2. В процессе перезаписи звука кинофильма используется не оригинал первичной магнитной фонограммы, а его копия (правда, современная профессиональная аппаратура магнитной звукозаписи позволяет получить копию, незначительно отличающуюся от оригинала).

3. Применение значительно более тонкой 6,25-мм магнитной ленты способствует увеличению копир-эффекта, что практически исключено

при использовании толстой 35-мм (или 16-мм) перфорированной ленты.

4. Особенностью тонкой 6,25-мм магнитной ленты является то, что она не перфорируется и, следовательно, для осуществления синхронной записи или синхронного воспроизведения при фрикционном способе ведения магнитной ленты (где возможно проскальзывание и растягивание ленты) необходима специальная система электронной синхронизации (так как это заменяет обычную, механическую перфорацию, то такую систему иногда называют системой "магнитной перфорации"), что значительно усложняет аппаратуру.

В процессе киносъемки в магнитофоне осуществляется запись специального *синхронизирующего сигнала* (синхросигнала), частота которого связана с частотой киносъемки. Так как синхросигнал записывается на тот же носитель, что и звуковой сигнал, то он подвергается тем же изменениям и, следовательно, в его записи — *синхрограмме* — содержится информация о скорости движения носителей звука и изображения в процессе киносъемки.

При последующем электрокопировании на 35-мм (или 16-мм) перфорированную магнитную ленту, наряду с воспроизведением записанного при киносъемке звукового сигнала, осуществляется и воспроизведение синхросигнала, который благодаря системе автоматического регулирования (с использованием дополнительного опорного сигнала) управляет скоростью ведущего электродвигателя магнитофона.

Источником синхросигнала могут быть: электропитающая сеть переменного тока, датчик КСА (тахогенератор — частота сигнала пропорциональна частоте кадров при киносъемке), датчик синхросигнала на базе высокостабильного кварцевого генератора. Конкретный выбор источника синхросигнала определяется условиями киносъемки и возможностями применяемой аппаратуры (киносъемочной и звукозаписывающей).

Например, сеть переменного тока в качестве источника синхросигнала можно использовать как в студийных условиях, так и при выездных киносъемках с использованием передвижной электростанции, но при значительных отклонениях частоты тока передвижной электростанции от номинальной может появиться брак фонограммы не по синхронности, а по допустимым искажениям высоты звука [40].

Удобство такого варианта заключается в том, что между КСА и магнитофоном не нужна непосредственная связь.

При репортажной киносъемке используют киносъемочную аппаратуру с автономным электропитанием постоянным током. В этом случае можно воспользоваться тахогенератором (конечно, если он имеется в кинокамере), сигнал от которого подают на вход магнитофона либо по электрическому кабелю, либо беспроводным способом по радиоканалу, что, естественно, обеспечивает большую свободу относительного перемещения кинооператора и звукооператора.

Достоинством этого варианта синхронизации является простой способ получения старт-стопных отметок на магнитофоне (начало и

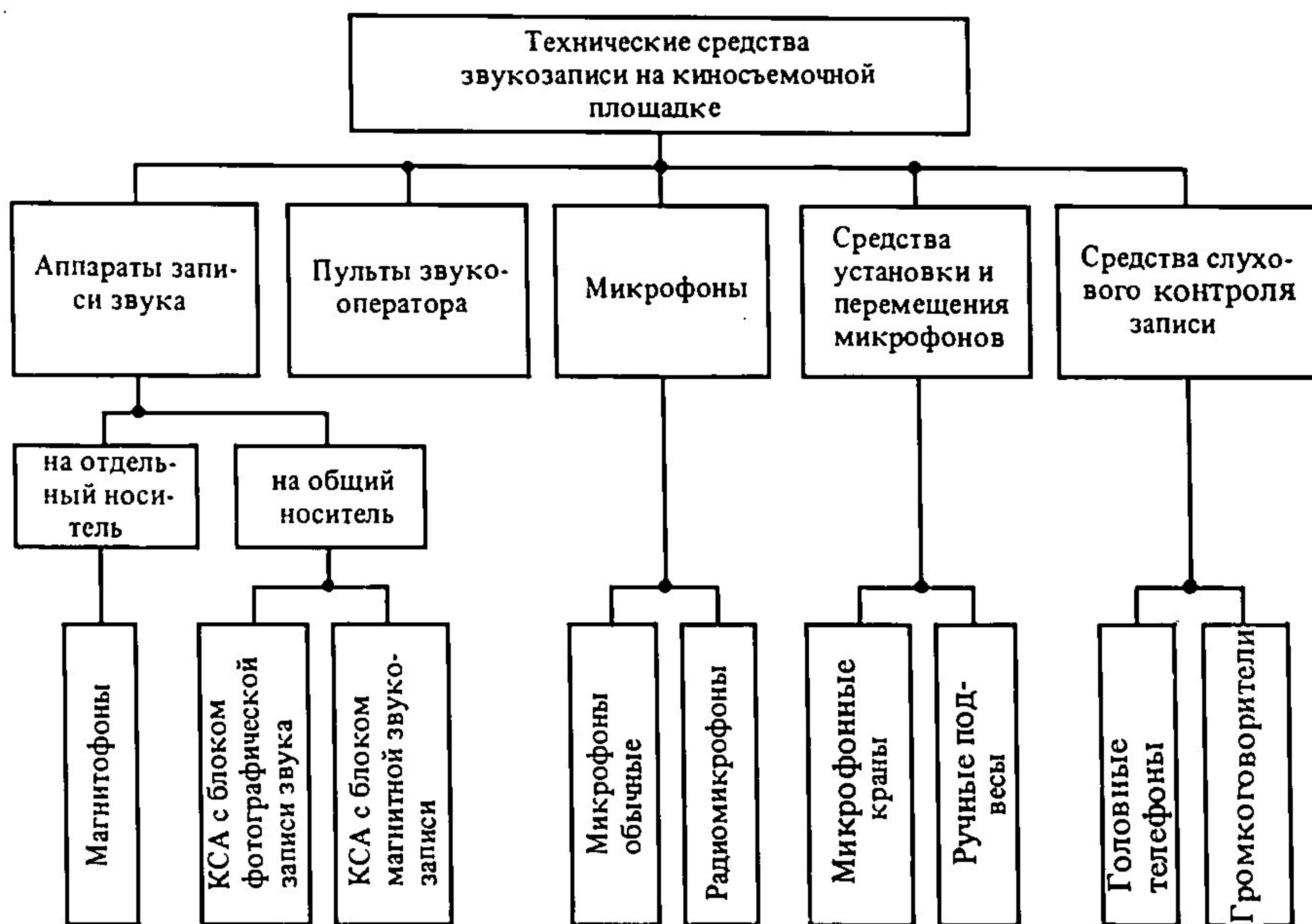


Рис. 6.1. Технические средства звукозаписи на киносъемочной площадке

конец синхросигнала), а недостатком — неудовлетворительная стабилизация скорости кинокамеры, которая может привести к искажениям звукового сигнала, а также невозможность его использования при одновременной работе нескольких кинокамер с одним магнитофоном.

Если КСА имеет электропривод с собственным кварцевым генератором (так называемый "кварцованный электропривод"), обеспечивающим достаточно высокую степень стабилизации частоты киносъемки (суммарная относительная погрешность частоты кварцевого генератора не должна превышать $6 \cdot 10^{-5}$ [40]), то это обеспечит его синхронную работу с магнитофоном, также имеющим высокостабильный кварцевый генератор. В этом случае магнитофон и КСА работают совершенно независимо друг от друга, т.е. без какой-либо связи между собой. Очевидно, что это самый удобный вариант синхронизации кинокамеры и магнитофона, тем более что возможна совместная работа любого числа кинокамер и магнитофонов. Все современные профессиональные КСА и магнитофоны рассчитаны в основном на такой режим работы.

Рассмотрим основные технические средства звукозаписи на киносъемочной площадке в соответствии со схемой на рис. 6.1.

6.3. АППАРАТЫ ЗАПИСИ ЗВУКА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ КИНОСЪЕМКЕ

В настоящее время при киносъемках нашли применение несколько способов записи звука и соответственно аппаратурно-технологические средства для их реализации. Наиболее распространена запись звука *на магнитную ленту сплошного полива* при помощи отдельного магнитофона. При этом достигается наилучшее качество фонограммы.

Другие способы основаны на записи звука специальным блоком КСА *на общий с изображением носитель*. Получаемая фонограмма может быть фотографической или магнитной (в этом случае на киноплёнке должна быть магнитная дорожка). Из-за невысокого качества фонограмм эти способы применяются в значительно меньшей степени.

Магнитофоны являются центральным звеном звукотехнического комплекса на киносъёмочной площадке.

Магнитофоны можно подразделить на группы:

по формату носителя (с 3,81-, 6,25-, 16- и 35-мм лентой)¹;

по скорости движения (381; 190,5; 95,3 и 47,5 мм/с)

по виду записи (синхронные и несинхронные, а синхронные — по способу записи — воспроизведения синхросигнала и возможности использования кодированной служебной информации);

по способу электропитания (от сети, с автономным питанием, с универсальным питанием);

по построению лентопротяжного механизма (одно- и многомоторные);

по способу намотки ленты (дисковые или рулонные, катушечные и кассетные);

по построению звукового канала (сквозной, универсальный);

по числу трактов записи и воспроизведения (монофонические — одно-, двух- или четырехдорожечные, стереофонические — двух- или четырехдорожечные).

Для практического применения в кинематографии выпускаются различные типы магнитофонов. Для оценки их качества и тенденций развития необходимо рассмотреть показатели, которыми может быть охарактеризована работа магнитофона.

Магнитофоны характеризуются как параметрами, общими для устройств передачи и обработки звуковых сигналов (рабочий диапазон частот, область уровней неискаженной передачи сигнала или отношение сигнал/шум, вносимые нелинейные искажения, уровни сопряжения с другими звукотехническими устройствами), так и специфическими, определяющими качество их работы как аппаратов магнитной записи — воспроизведения (колебания скорости движения магнитной ленты, коэффициент детонации, уровень стирания, длительность пуска и др.).

Совокупность параметров, которые должны обеспечить качествен-

¹ Поскольку аппараты записи — воспроизведения звука на 35-мм ленту со скоростью 456 мм/с в настоящее время на съёмочной площадке по действующей технологии не применяются, они здесь не рассматриваются.

ную запись — воспроизведение звуковых сигналов, нормируется. Данные параметры устанавливаются на основе учета свойств слухового восприятия соответствующих искажений и помех, возможностей современной техники и свойств материалов. Стандартизация характеристик магнитофонов помимо обеспечения качества получаемых фонограмм позволяет также сохранить это качество на протяжении многоэтапного процесса звукового оформления кинофильма.

К наиболее важным показателям аппарата записи — воспроизведения следует отнести *скорость движения носителя магнитной ленты*, ее возможные отклонения, так как именно от нее зависят остальные показатели магнитофона. Для записи фонограмм на съемочных площадках, как правило, используются скорости 190,5; 95,3; реже 381 и 47,5 мм/с. Предельные отклонения скорости не превышают $\pm 0,3\%$ в режимах независимой (несинхронной) работы.

Помимо медленных колебаний скорости (отклонений), которые вызывают изменение высоты звучания записываемого сигнала, существуют более быстрые изменения скорости, приводящие к таким искажениям звучания, как вибрация, дребезжание. Оценивают эти быстрые колебания скорости *коэффициентом детонации*. Коэффициент детонации характеризует равномерность движения ленты с учетом различимости на слух искажений, вызываемых колебаниями скорости на различных частотах. Коэффициент детонаций зависит от многих факторов, в том числе от скорости движения ленты, и для студийных магнитофонов разных конструкций и скоростей находится в диапазоне $\pm 0,04 - 0,2\%$.

Длительность пуска магнитофона определяет время, за которое скорость движения ленты в магнитофоне достигнет номинального значения. Для современных аппаратов записи — воспроизведения она не превышает 1 с.

Рабочий диапазон частот — диапазон, в котором амплитудно-частотная характеристика канала записи — воспроизведения не имеет недопустимых отклонений на низких и высоких частотах относительно области средних частот.

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) канала записи — воспроизведения магнитофона представляет собой зависимость модуля коэффициента передачи магнитофоном звукового сигнала (от входа к выходу) от частоты сигнала. Как правило, магнитофон настраивают так, чтобы его коэффициент передачи, определяемый номинальными входными и выходными уровнями сигнала на частоте 1 кГц, равнялся 1 (но это не обязательно). Отклонения коэффициента передачи от номинального на различных частотах будет характеризовать неравномерность амплитудно-частотной характеристики в рабочем диапазоне частот. Допустимая неравномерность и предельные спады на краях диапазона частот определяются полем допусков по ГОСТ 12107. Они различны для разных скоростей. АЧХ канала записи — воспроизведения складывается из харак-

теристик канала записи и канала воспроизведения (рис. 6.2).

АЧХ открывает группу параметров магнитофонов, которые зависят не только от характеристик собственно аппаратов записи — воспроизведения, но и от качества магнитной ленты, используемой для работы. К таким параметрам прежде всего следует отнести коэффициент гармоник в канале записи — воспроизведения и относительный уровень помех сквозного канала.

Коэффициент гармоник определяется при записи с нормируемым удельным магнитным потоком носителя и различен для монофонических и стереофонических магнитофонов. Для высококачественной звукопередачи он не должен превышать 2 %.

Относительный уровень помех оценивается как в широкой полосе звуковых частот, так и с учетом особенностей слухового восприятия шумов и помех человеком, т.е. с применением так называемых "взвешивающих фильтров".

Относительный уровень стирания характеризует способность магнитофона использовать для повторной записи один и тот же участок магнитной ленты. (Для современных магнитофонов он лежит ниже — 75 дБ).

Для стереофонических магнитофонов, кроме того, важны такие характеристики, как *рассогласование АЧХ* стереоканалов воспроизведения и стереоканалов записи, *фазовый сдвиг* между сигналами стереоканалов и *относительный уровень проникания* из одного стереоканала в другой при записи — воспроизведении.

Использование магнитофонов на киносъемочной площадке обуславливает ряд требований, специфичных именно для этих условий работы.

Профессиональные магнитофоны в первую очередь предназначены для первичной записи звука, т.е. должны обеспечивать высокие электроакустические показатели. Воспроизведение в таких случаях выполняет вспомогательную контрольную функцию. Поэтому в аппаратах записи — воспроизведения необходимы системы *индикации* и *конт-*

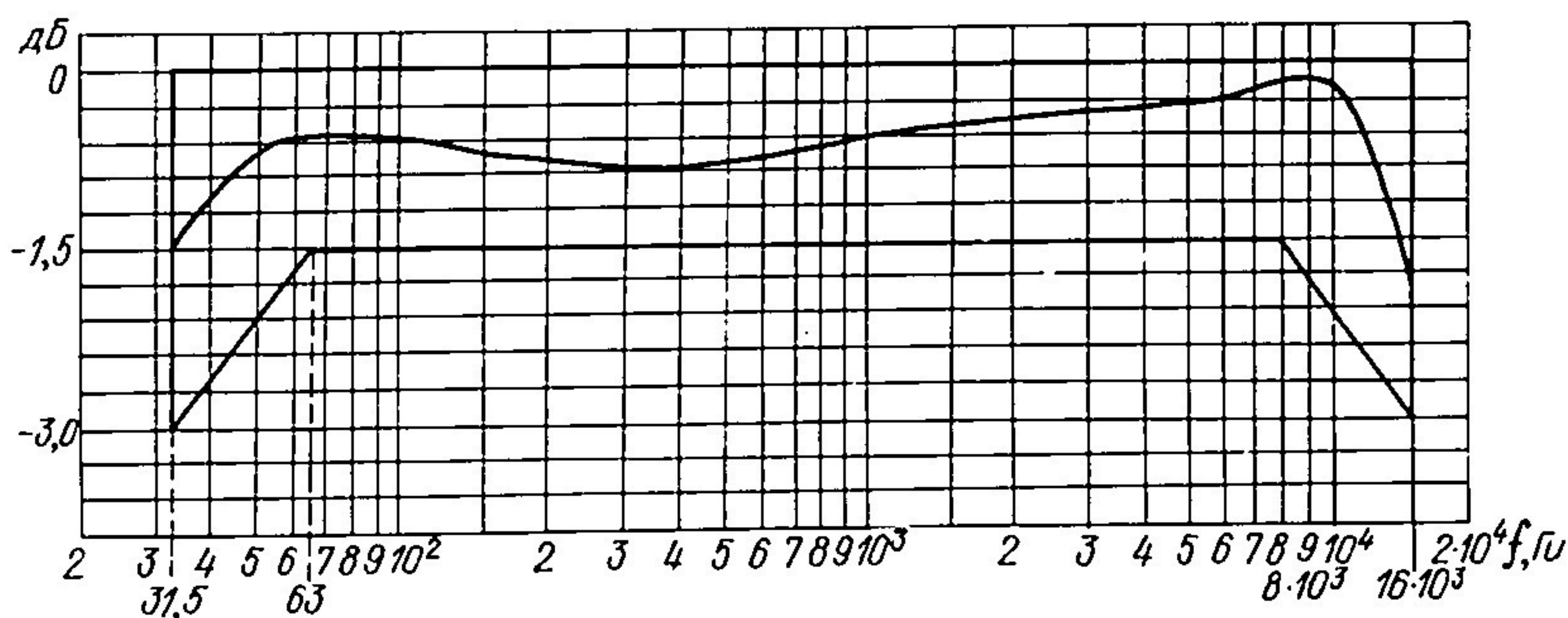


Рис. 6.2. Типичная АЧХ канала записи — воспроизведения магнитофона и поле допусков.

роля записываемого сигнала, устройства частотной коррекции сигнала, его компрессирования и лимитирования, глубокой и плавной регулировки уровня записи.

Поскольку аппаратура записи (в особенности портативная) может оказаться в неблагоприятных климатических условиях, может подвергаться механическим воздействиям (вплоть до ударов), она должна быть *высоконадежной*, обеспечивать не только бесперебойную работу, но и требуемое качество записи. Кроме того, в ряде случаев (при документальных киносъемках) оказывается невозможным повторить событие, которое нужно записать. В студийных условиях задержка в записи приводит к спаду творческого настроения и перерасходу средств.

Особые требования предъявляются к портативным магнитофонам в условиях съемки хроникально-документальных, научно-популярных и художественных фильмов.

Прежде всего, они должны иметь *малые габаритные размеры и массу*. При звукозаписи используется не только магнитофон, но и микрофон и вспомогательное оборудование. Запись может производиться в многолюдных местах, на ходу, а иногда весь комплекс звуковой аппаратуры может оказаться в руках кинооператора. В условиях выездных съемок звукооператор ограничен местом, где он должен располагать и свой микшерский пульт.

Должна быть обеспечена возможность *синхронной работы с различными типами КСА*. Это означает возможность записи синхросигнала от встроенного кварцевого датчика при беспроводной системе синхронизации, от сети или от датчика КСА. Все новые КСА имеют кварцевую систему синхронизации, поэтому запись от датчика КСА не обязательна, но этот режим эквивалентен сетевому режиму и практически всегда выполняется.

Не менее важна возможность работы с *различными типами микрофонов*. Это означает высокую чувствительность микрофонных входов для работы с динамическими микрофонами, а также возможность перехода на конденсаторные микрофоны, имеющие *большую чувствительность*. Микрофонные входы магнитофонов должны иметь высокую перегрузочную способность по входу, так как звукооператор не всегда заранее может определить уровень поступающего сигнала и ввести нужное затухание. В то же время должна быть обеспечена глубокая и плавная регулировка уровня сигнала. Эти требования достаточно противоречивы и представляют одну из основных трудностей при разработке магнитофонов.

Должна быть обеспечена *автоматическая защита трактов записи от перегрузок*. Это требование также связано с тем, что звукооператор не в состоянии заранее определить уровень поступающего сигнала, более того — он зачастую не успевает вручную ограничить его уровень. Эту операцию может выполнить автоматический лимитер, но он не должен вносить нелинейных искажений, не должны быть заметны специфические

искажения импульсов регулирования в виде так называемых "стуков".

Магнитофоны должны обеспечивать *синхронное воспроизведение фонограмм*. Для этого существуют встроенные устройства автоматической регулировки скорости или специальные приставки. Выполнение этого требования позволяет использовать магнитофоны при съемках под фонограмму, составляющих значительную долю в общем объеме киносъемок. Благодаря этому исключается целый класс аппаратуры — устройства синхронного копирования фонограмм.

Магнитофон должен иметь *широкий температурный диапазон работы*. Практически лучшие магнитофоны работают в диапазоне $-20 \dots +50^{\circ}\text{C}$.

Возможность *питания как от автономных источников, так и от сети переменного тока* придает магнитофонам универсальность. В последнее время наблюдается тенденция к преимущественному использованию автономных источников питания, так как питание от сети сопряжено с риском импульсных наводок, радиопомех.

Требование *высокой помехозащищенности* связано с возможным высоким уровнем помех (индустриальных, радио- и телевизионных). Невыполнение этого специфического требования зачастую делает невозможной звукозапись в цехах предприятий, аэропортах, вблизи телевизионных передающих центров и т.п.

Как и прочие технические средства оснащения киносъемочного процесса, магнитофоны должны быть *удобны и просты в обращении и обслуживании*. Как правило, место для размещения магнитофона выбирается на съемочной площадке в соответствии с индивидуальными особенностями места киносъемки. Магнитофон может быть на подставках, в



Рис. 6.3. Комплекс магнитной записи звука передвижной КЗМП7

автомобиле, на плече оператора. В этих случаях должен быть обеспечен свободный доступ к органам управления и контроля.

Наконец, должен быть обеспечен *низкий уровень собственного акустического шума магнитофона*, так как в ряде случаев он оказывается расположенным вблизи от микрофонов, на которые осуществляется запись.

В настоящее время в эксплуатации находятся несколько моделей аппаратов записи — воспроизведения и аппаратурно-технологические комплексы.

Магнитофон "Ритм-репортер". Магнитофон "Ритм-репортер" составляет основу репортажного комплекса записи КЗМП7, который предназначен для синхронной записи звука на 6,25-мм ленту в условиях репортажных киносъемок (рис. 6.3) [41].

Комплекс КЗМП7 обеспечивает синхронную запись звука; синхронное воспроизведение звука; запись стоп-стартовых отметок при работе с комплексом беспроводной записи служебной информации; воспроизведение стоп-стартовых отметок.

Магнитофон имеет автономное питание и может работать в паре с любой синхронной или синхронизированной камерой.

Запись звука осуществляется на всю ширину ленты. Синхросигнал записывается на дорожку шириной 0,3 мм с поперечным намагничиванием.

Питание магнитофона осуществляется от аккумуляторной батареи (12 аккумуляторов Д-0,5) или от сети переменного тока напряжением 127/220 В через сетевую приставку.

Магнитофон обеспечивает работу от двух микрофонных регулируемых по уровню входов. Имеется вход для линии, исключаящий один микрофонный вход, а также разъем "вход — выход" для соединения с микшерным пультом, конструктивно совмещенный с разъемом второго микрофонного входа.

Лентопротяжный механизм одноmotorный, с бесколлекторным двигателем, рассчитан на работу с катушками № 15. В режиме перемотки лента автоматически отводится от рабочих поверхностей магнитных головок.

Система синхронного привода магнитофона вынесена в отдельную синхроприставку, где располагаются также слуховой индикатор стоп-стартовых отметок, светодиодные индикаторы синхронности движения магнитной ленты и вариатор скорости.

Сигнал от управляющей головки магнитофона через разъем поступает на вход усилителя воспроизведения синхросигнала. С выхода усилителя сигнал поступает на блок управления (контакт "Датчик"). На этот же блок через разъем подается опорный сигнал с частотой 50 Гц (контакт "50 Гц") от сети или кварцевого датчика.

При равенстве двух поступающих на блок управления сигналов по частоте и фазовом сдвиге на 180° синхроприставка не оказывает управляющего воздействия на стабилизатор скорости магнитофона.

При различии поступающих на блок управления сигналов по частоте и ином фазовом сдвиге на вход "Управление" стабилизатора скорости магнитофона с синхроприставки поступает корректирующий сигнал (через разъем), воздействующий на стабилизатор скорости двигателя магнитофона. Двигатель изменяет число оборотов в большую или меньшую сторону, что и обеспечивает синхронное воспроизведение фонограммы.

Световая индикация синхронности обеспечивается подачей напряжений с выходов блока управления на два светодиода, установленные на лицевой стороне синхроприставки. При синхронном воспроизведении светодиоды горят с одинаковой яркостью, а при несинхронности воспроизведения они мигают с разностной частотой.

Блок "Индикатора кода" совместно с отдельным согласующим усилителем обеспечивает звуковую индикацию прерыва синхросигнала в виде кратковременных тональных импульсов. В качестве акустического излучателя используется малогабаритный микрофон ДЭМШ-1А. Одновременно с тональным импульсом гаснет один из светодиодов, а другой загорается ярче.

В синхроприставке предусмотрена возможность коммутации тракта звуковой сигнализации прерыва синхросигнала во второй канал аппарата копирования. Для этого имеется отдельный разъем. Через этот же разъем можно проконтролировать напряжение на выходе усилителя воспроизведения синхросигнала.

Вариатор скорости представляет собой магазин емкостей, подключаемый к частотному детектору стабилизатора скорости двигателя магнитофона через штеккер (при этом от частотного детектора отключается конденсатор, определяющий скорость магнитофона при работе без вариатора). Переключение конденсаторов (соответственно и скорости магнитофона) осуществляется двумя переключателями *B1* и *B2* ступенями по $\pm 0,2\%$ и $\pm 2\%$ в диапазоне $\pm 11\%$.

В магнитофон встроен кварцевый датчик опорной частоты синхросигнала.

Контроль записываемого звукового сигнала осуществляется с помощью индикатора модуляции и на слух (подключением головных телефонов).

Реализованы три режима: "Репетиция", "Воспроизведение" и "Запись". В режимах "Репетиция" и "Запись" две части линейного усилителя соединяются последовательно. В режиме "Запись" линейный усилитель нагружен на головку записи, а в режимах "Репетиция" и "Воспроизведение" — на линию. В режиме "Воспроизведение" вход второй части линейного усилителя подключается к выходу усилителя воспроизведения, а первая часть усилителя остается незадействованной.

Магнитофон "Ритм-репортер" (25Д57) представляет собой переносный аппарат. Он состоит из корпуса с элементами лентопротяжного механизма и электроакустического тракта и основания, крепящегося к



Рис. 6.4. Магнитофон "Ритм-310"

корпусу. Электронные блоки в виде печатных плат через разъемные соединения подключены к общему монтажу и закреплены винтами. Корпус имеет штифты для крепления плечевого ремня и крышку для лентопротяжного тракта. В экспедиционных условиях на магнитофон надевается кожаный чехол.

Магнитофон "Ритм-310". Магнитофон "Ритм-310" (рис. 6.4) составляет основу переносного комплекса КЗМП5 [41], предназначенного для синхронной записи звука во время съемок художественных и хроникально-документальных фильмов. Может работать синхронно в паре с любым синхронным или синхронизированным КСА.

Комплекс КЗМП5 обеспечивает: синхронную запись звука на неперфорированную ленту шириной 6,25 мм; синхронное воспроизведение звука; контрольное прослушивание звука через выносное громкоговорящее устройство.

В магнитофоне предусмотрена возможность установки радиоприемника для приема стоп-стартовых сигналов с КСА, поэтому при наличии комплекса беспроводной записи служебной информации комплекс КЗМП5, в свою очередь, обеспечивает также запись стоп-стартовых отметок от КСА и воспроизведение их с возможностью фонической расшифровки.

Магнитофон рассчитан на использование магнитных лент фирмы БАСФ (ФРГ) ЛР56 и ПЕС35ЛН или аналогичных им носителей. Запись звука осуществляется на всю ширину ленты. Синхросигнал записывается на дорожку шириной 0,3 мм с поперечным намагничиванием. Электропитание магнитофона, как и контрольного громкоговорителя, осуществляется от 12 элементов типа 373 ("Марс", "Сатурн", элементы типа "Д") или от сети переменного тока через сетевую приставку.

В режиме записи к магнитофону могут быть подключены четыре независимых источника: два микрофона, микшерский пульт и линия. Контроль записи может осуществляться на головные телефоны, встро-

енный громкоговоритель и внешний контрольный громкоговоритель, подключаемый к линейному выходу магнитофона. В этом случае контрольные устройства могут работать как в режиме "Репетиция", так и "Запись".

Возможны два режима воспроизведения: линейный (для копирования и прослушивания) и для съемки под фонограмму с использованием командной связи.

Внешние громкоговорящие агрегаты могут подключаться как к микшерскому, так и к линейному выходу. Регулировка воспроизводимого сигнала для линейного выхода — на самом магнитофоне, а для микшерского выхода — на внешних устройствах.

При отсутствии на съемочной площадке сети переменного тока и наличии кварцевого привода у КСА магнитофон синхронизируется от внутреннего кварцевого датчика.

Если КСА синхронизируется от внешнего источника или имеет встроенный тахогенератор с номинальной частотой 50 Гц, то магнитофон также синхронизируется от внешнего источника или тахогенератора путем подачи на его вход синхронизации сигнала частотой 50 Гц напряжением 1,5 В.

Лентопротяжный механизм (ЛПМ) магнитофона обеспечивает: протягивание неперфорированной 6,25-мм ленты с номинальной скоростью при записи и воспроизведении; ускоренный рабочий ход при воспроизведении; обычную и ускоренную перемотку ленты. Он рассчитан на кассеты с максимальным диаметром 180 мм (№ 18), заряженные лентой обычной или полуторной толщины, максимальной емкостью 525 м.

Микрофонный (предварительный) тракт обеспечивает:

- усиление сигналов, поступающих с микрофонных входов — линейного и микшерского;

- независимое регулирование усиления сигналов, поступающих с микрофонных и линейных входов;

- коррекцию по низким частотам (-10 дБ на частоте 100 Гц) сигналов микрофонных трактов;

- включение автоматического лимитирования сигналов на выходе тракта (20 дБ в 1 дБ), действующего от суммарного сигнала, поступающего с входов;

- подачу фантомного питания микрофонам, работающим по схеме с общим минусом;

- возможность использования магнитофона в качестве предварительного усилителя с максимальным коэффициентом усиления 84 дБ.

Система контроля обеспечивает:

- прослушивание на головные телефоны и встроенный громкоговоритель сигналов "До пленки" и "После пленки";

- регулирование уровня громкости;

- индикацию сигнала "До пленки" и "После пленки" по стрелочному прибору;

- автоматическое переключение в режимах записи и воспроизведения системы слухового и объективного контроля звука в режим "После

пленки" с возможностью мгновенного возврата в целях сравнения в режиме "До пленки";

измерение напряжения источника электропитания, тока высокочастотного подмагничивания, тока управляющего синхросигнала;

индикацию наличия опорного источника синхрочастоты, воспроизводимого синхросигнала, синхронности;

включение внутреннего тонального генератора с частотами 400 и 10 000 Гц для проверки предварительного тракта и тракта записи.

Магнитофон "Ритм-310" выполнен в переносном варианте, имеет кожаный кожух.

Магнитофон "Ритм-3120". Магнитофон "Ритм-3120" предназначен для записи звука во время съемок художественных и хроникально-документальных фильмов как в условиях киностудии, так и на выезде [136].

Этот магнитофон для синхронной первичной записи и синхронного воспроизведения звука на 6,25-мм ленте входит в комплект магнитной записи звука переносной КЗМП17 и предназначен для замены серийно выпускаемого с 1974 г. комплекта КЗМП5 ("Ритм-310"), к настоящему времени морально устаревшего, что выражается в повышенном расходе ленты из-за использования одной скорости движения ленты — 19,05 см/с, в применении в электронных схемах германиевых полупроводниковых элементов и других комплектующих изделий, в малой степени интеграции электронных блоков. Кроме того, в процессе серийного производства и длительной эксплуатации были выявлены ряд недостатков магнитофонов "Ритм-310", относящихся в основном к построению синхроканала и электронных схем привода.

Комплект включает магнитофон "Ритм-3120", сетевую приставку и головные телефоны.

В магнитофоне использован оправдавший себя в эксплуатации для портативной аппаратуры однодвигательный механизм транспортирования ленты, незначительно отличающийся от механизма магнитофона "Ритм-310".

Основным отличием в конструкции магнитофона является использование переключателя режимов работы на герконовых контактах и бесконтактного электродвигателя, выполненного на базе двигателя магнитофона 25Д57 ("Ритм-Репортер").

Канал звукозаписи магнитофона — сквозной с отдельными усилителями записи и воспроизведения. Для объективного контроля записываемых и воспроизводимых фонограмм предусмотрен индикатор уровня с временем интеграции 10 мс. Субъективный контроль осуществляется с помощью встроенного громкоговорителя и головных телефонов.

Для обеспечения высокого качества фонограмм в канале записи предусмотрено введение амплитудных предискажений, значительно снижающих коэффициент гармонических искажений записи, вносимых магнитной лентой, и лимитер. Предискажения при лимитировании обес-

печиваются за счет использования в электрической схеме канала записи параметрической цепи с нелинейной вольт-амперной характеристикой. Синхроканал магнитофона рассчитан на запись синхросигнала от встроенного кварцевого датчика, внешнего источника и промышленной сети с номинальной частотой сигнала $50 \text{ Гц} \pm 4 \%$.

В отличие от магнитофона "Ритм-310" синхроканал магнитофона "Ритм-3120" обеспечивает возможность записи дополнительной служебной информации, кодированной по стандарту SMPTE.

Для контроля синхронной работы магнитофона разработана усовершенствованная система индикации. Магнитофон рассчитан на питание от 12 элементов типа 373, от внешнего источника постоянного тока напряжением от 12 до 18 В или от сети переменного тока напряжением $220 \text{ В} \pm 10 \%$ через сетевую приставку.

Магнитофон "Ритм-320". Двухканальная модель выполнена на базе магнитофона высшей степени унификации и составляет основу комплекса КЗМП9 (рис. 6.5) [105]. Двухканальный магнитофон не был предусмотрен технологическим регламентом на первичную запись звука при кинопроизводстве. Первичная запись речи для широкоформатных (многоканальных) фильмов ведется, как правило, на один канал с последующим разведением при перезаписи в целях достижения псевдостереофонического эффекта. Многоканальная запись музыки производится на стационарных аппаратах. Использование магнитофона "Ритм-320" позволит осуществлять первичную запись для различных целей: записи исходных материалов (шумов, речи) для стереофонических звуковых фильмов как с фотографической фонограммой (обычный формат), так и с магнитной (широкий формат); внестудийную запись музыки для монофонических фильмов; запись речи оратора и переводчика, различных шумов и комментария для последующего сведения в различных вариантах.



Рис. 6.5. Магнитофон "Ритм-320"

Наличие в магнитофоне третьего служебного канала для записи кода позволяет применить его для съемки фильмов с использованием кодированной информации для автоматизированного монтажа.

В комплекс магнитной записи КЗМП9 кроме магнитофона 25Д69 входят два контрольных громкоговорителя, вариатор скорости 4К317, три сетевых приставки 60У211, блок питания поясной 1В11 (все четыре изделия заимствованы из комплекса магнитофона "Ритм-310"), блок питания батарейный 1В23, новые высококачественные головные телефоны 12А33, комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей (рис. 6.6).

Магнитофон может работать синхронно с любой синхронной или синхронизированной камерой.

Магнитофон обеспечивает: синхронную двухканальную (или одноканальную) запись звука на неперфорированную магнитную ленту шириной 6,25 мм типа А4407, А4409 или аналогичную по параметрам; синхронное воспроизведение звука; запись и воспроизведение кодированной информации.

Запись в магнитофоне осуществляется на две симметрично расположенные дорожки шириной 2,2 мм. Между ними по осевой линии располагается дорожка служебной информации шириной 0,4 мм, на которой записывается синхросигнал или код. К магнитофону могут подключаться четыре независимых источника: два микрофона или две линии и два монофонических микшерных пульта (или один двухканальный).

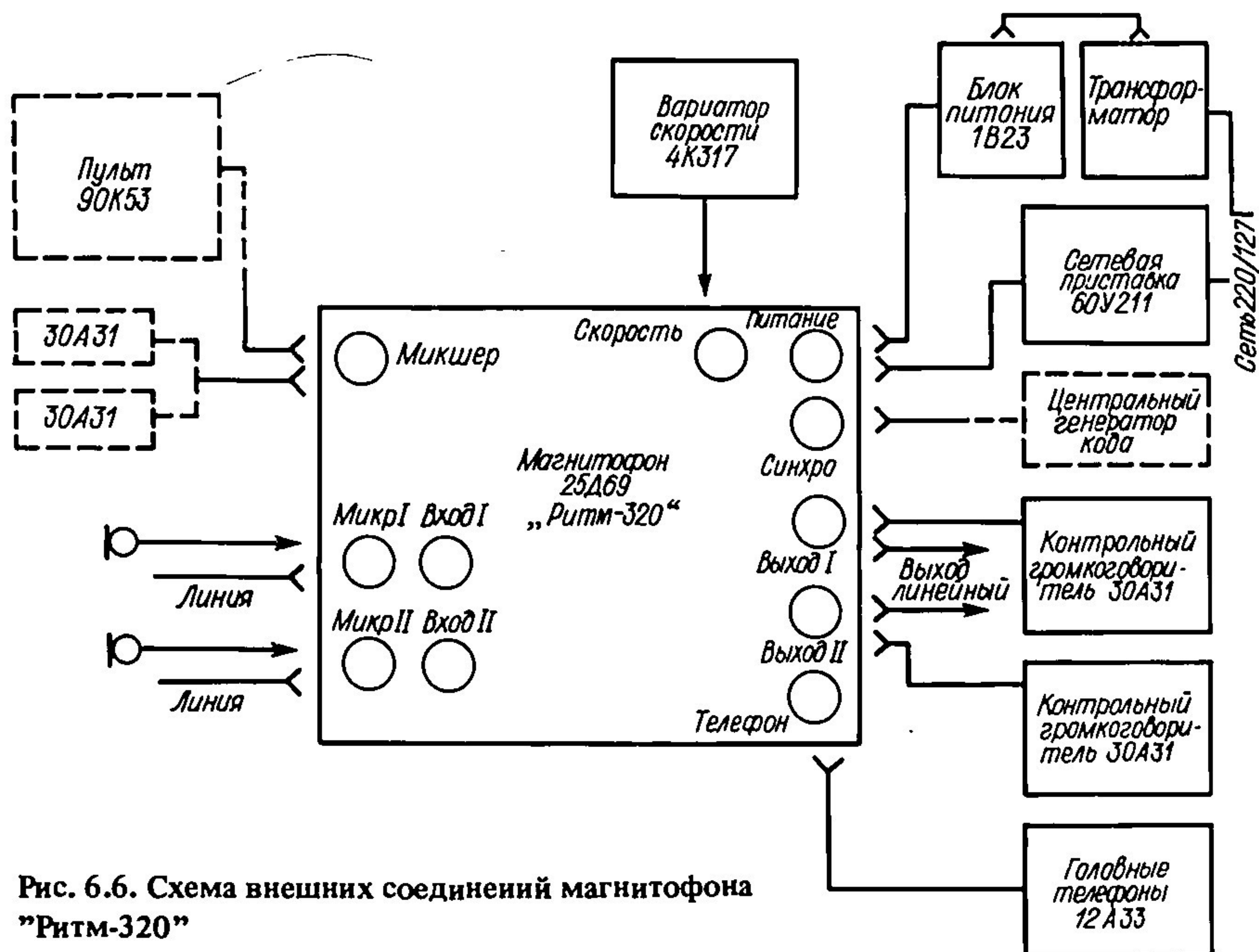


Рис. 6.6. Схема внешних соединений магнитофона "Ритм-320"

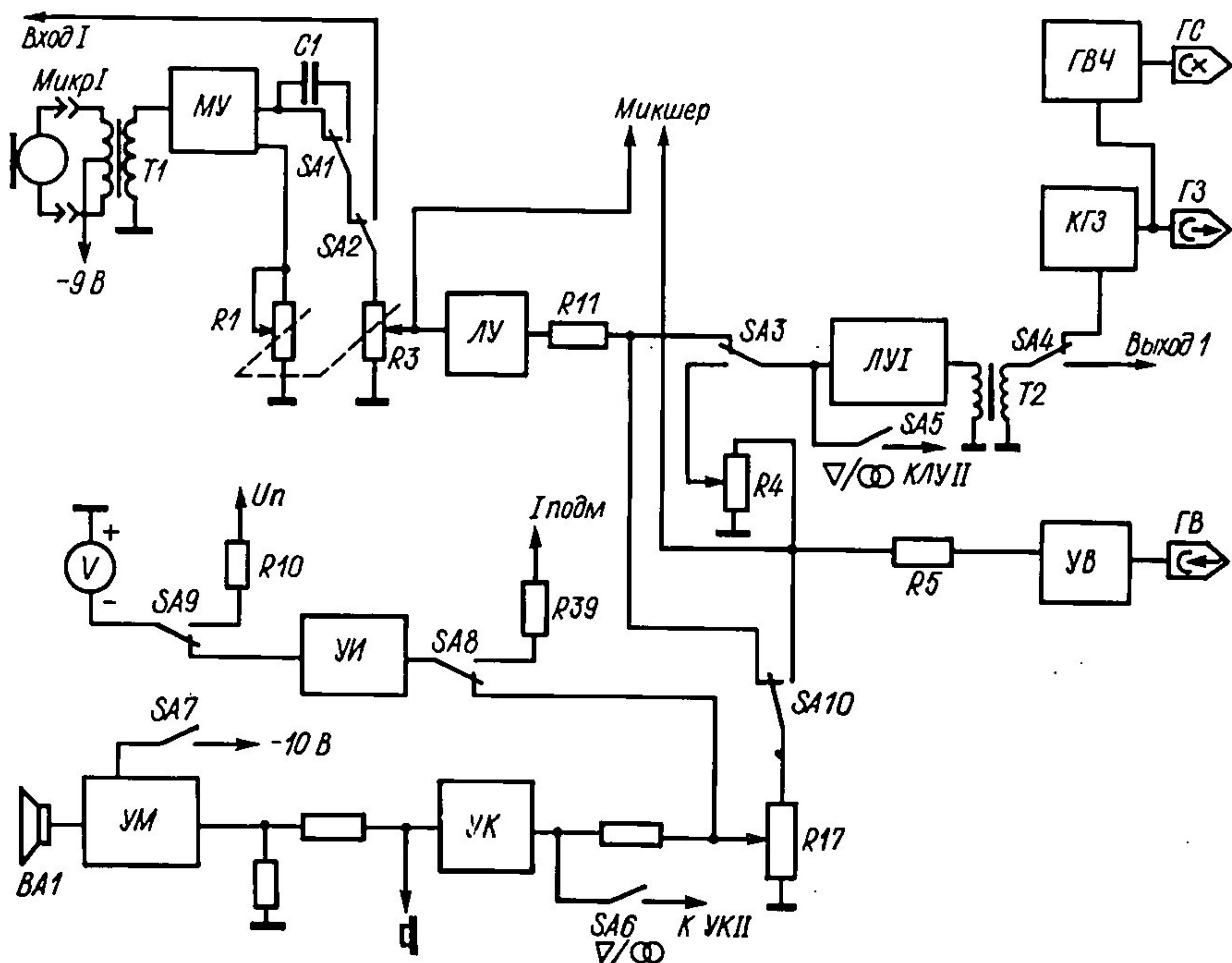


Рис. 6.7. Схема одного звукового канала магнитофона "Ритм-320": МУ – микрофонный усилитель; ЛУ – линейный усилитель; ГВЧ – генератор высокой частоты; КГЗ – корректор головки записи; УВ – усилитель воспроизведения; УИ – усилитель индикаторный; УК – усилитель контроля; УМ – усилитель мощности

Записываемый сигнал может контролироваться головными телефонами или внешними громкоговорителями.

На рис. 6.7 представлена структурная схема звукового канала магнитофона "Ритм-320".

Предварительные тракты усиливают сигналы, поступающие с двух микрофонных или линейных и двух микшерных входов. Источник сигнала переключается тумблерами, установленными на лицевой панели.

Микрофонные усилители выполнены с регулировкой глубины обратной связи и высокой перегрузочной способностью.

В каждом микрофонном канале предусмотрена частотная коррекция по низким частотам со спадом 10 дБ на 100 Гц (относительно опорной частоты 1000 Гц). В магнитофоне предусмотрена возможность фантомного питания + 9 В для конденсаторных микрофонов.

Линейный усилитель – универсальный: он работает на внешнюю линию в режимах "Воспроизведение" и "Репетиция" и как усилитель в режиме "Запись". На уровне сигнала – 10 дБ (0,245 В) в звуковых цепях осуществляются внутренняя коммутация линейных и индикаторных усилителей, контроля и воспроизведения, а также переключение режимов работы "Моно" и "Сtereo".

Система контроля включает усилители, работающие на головные телефоны; усилитель громкоговорителя, работающий на встроенный громкоговоритель, и усилители индикатора, к выходам которых подключены индикаторы модуляции.

Регуляторы громкости "Контроль 1" и "Контроль 2" позволяют поканально регулировать уровень громкости на головные телефоны. Уровень громкости громкоговорителя можно регулировать любым из этих регуляторов.

В положении переключателя "До пленки" усилители подключаются к выходам первых частей линейных усилителей, а в положении "После пленки" — к выходам усилителей воспроизведения. С выходов контрольных усилителей смешанный сигнал поступает на усилитель громкоговорителя. Таким образом, контроль на наушники осуществляется в соответствии с режимом работы ("Моно" или "Стерео"), а громкоговоритель всегда воспроизводит смешанный сигнал.

Источником для записи кодированной информации, как правило, служит центральный генератор кода. При воспроизведении используется расшифровщик кода, обеспечивающий поиск нужного фрагмента изображения и звука.

Магнитофон "Ритм-320" кроме традиционных методов синхронизации с записью внешнего синхросигнала или сигнала встроенного кварцевого генератора обеспечивает запись и синхронное воспроизведение кодированной информации с удельной информационной емкостью 4 бита на 1 кадр изображения.

В отличие от предшествующих моделей синхроканал магнитофона "Ритм-320" построен на новой основе. Для синхросигнала выделена отдельная дорожка шириной 0,4 мм в центре магнитной ленты. Управляющий сигнал и кодированная информация записываются прямым способом по методу с возвращением к нулю (ВН). Принцип построения синхроканала поясняет структурная схема магнитофона (рис. 6.8).

Канал состоит из следующих основных блоков: записи синхронной служебной информации (БЗСИ), воспроизведения синхронной служебной информации (УВСС), формирователя служебной информации (ФСИ), управления (БУ), индикации синхронности и кварцевого датчика. Запись и считывание сигналов осуществляет универсальная головка управления (ГУ).

Характерной особенностью магнитофона "Ритм-320" является то, что запись синхросигнала на магнитную ленту происходит на частоте 100 Гц. Это связано с тем, что магнитофон рассчитан на запись кодированной информации с частотой следования информационных импульсов 100 или 96 Гц в зависимости от скорости ленты в КСА (25 или 24 кадр/с).

Основные режимы работы синхроканала — это запись кода, запись синхросигнала и воспроизведение.

При записи кода сигнал представляет собой последовательность коротких прямоугольных импульсов, полярность которых соответствует логическому нулю или единице. БЗСИ усиливает этот сигнал по мощности для создания в головке ГУ необходимого тока записи.



Рис. 6.9. Магнитофон "Награ 4.2"

ной 6,25 мм. Питание магнитофона автономное или от сети через дополнительную приставку.

Тракт предварительного усиления магнитофона обеспечивает: усиление сигналов, поступающих с двух микрофонных входов с отдельным регулированием уровня и с линейного входа с возможностью регулирования уровня (предусмотрена возможность подключения внешнего микшерского пульта или другого магнитофона); частотную коррекцию сигналов в общем канале по низким частотам (а именно спад на частоте 50 Гц: — 4, — 8, — 10, — 14, — 20 дБ); автоматическое регулирование чувствительности по одному или двум микрофонным каналам.

Тракт записи осуществляет запись сигнала на всю ширину ленты и запись звука с лимитером, который автоматически защищает канал записи от перегрузок, т.е. при повышении максимального уровня снижает усиление тракта; постоянные времени ограничителя очень малы.

Тракт воспроизведения гарантирует: линейное воспроизведение сигнала; воспроизведение сигнала с возможностью регулирования выходного уровня; возможность подмешивания сигнала микрофонного тракта к тракту воспроизведения; воспроизведение записанного сигнала во время записи.

Система слухового контроля позволяет прослушивать звуковой сигнал с помощью головных телефонов и встроенного громкоговорителя в режиме "Воспроизведение".

Система индикации обеспечивает контроль модуляции звукового сигнала, а также индикацию: состояния батареи питания, степени компрессии автоматического регулятора усиления, частоты синхросигнала, синхронности воспроизведения, уровня воспроизводимого синхросигнала, наличия несущей при работе в системе стоп-стартовых отметок с радиоканалом.

Индикация осуществляется одним прибором — микроамперметром, имеющим соответственное число шкал. Переключение осуществляется специальным малогабаритным галетным переключателем.

Кроме того, в магнитофоне установлены два бленкера, которые указывают на наличие опорного синхросигнала при записи и воспроизводимого синхросигнала при воспроизведении, нормальную работу электропривода и системы электропитания. На обводном ролике нанесены стробоскопические метки, позволяющие судить о стабильности скорости передвижения магнитной ленты.

Измерительная система дает возможность подключения внешних приборов для измерения параметров в режимах "Репетиция", "Воспроизведение" и "Запись — воспроизведение" и внутреннего генератора к тракту предварительного усиления (частота генератора 1000 Гц).

Лентопротяжный механизм магнитофона транспортирует ленту со скоростями 9,53; 19,05; 38,1 см/с. Возможны ускоренный ход без отвода ленты от головок и перемотка с ручным отводом ленты от головок.

По синхроканалу осуществляют запись синхросигнала от внутреннего кварцевого датчика или внешнего устройства и синхронное воспроизведение фонограмм с опорой на кварцевый датчик или внешнее устройство, в том числе сеть.

Кроме того, в магнитофоне "Награ 4.2" возможны: подключение внешнего синхронизирующего устройства, декодирующего устройства для расшифровки воспроизводимых стоп-стартовых отметок, микшерского пульта, вариатора скорости, внешнего электропитающего устройства, а также включение приемника стоп-стартовых отметок от передатчика КСА.

Магнитофон "Награ 4.2" выполнен по классической схеме стационарного аппарата записи с полностью отдельными трактами звукозаписи и воспроизведения без универсального использования отдельных схем.

Электронная схема разделена на отдельные блоки, имеющие различные типоразмеры и оканчивающиеся разъемами с золочеными контактами.

В зависимости от типа используемого микрофона в магнитофон могут быть установлены различные микрофонные усилители. Сигналы с микрофонных усилителей могут быть скоммутированы на автоматический регулятор усиления, но при этом каналные регуляторы прекращают свое действие.

Особенностью усилителя записи является наличие в нем системы предискажений отдельно по второй и третьей гармоникам. Поэтому установлена намагниченность 320 нВб/м, что увеличивает ОСШ.

Синхрограмма в магнитофоне записывается по методу "неопилот", т.е. осуществляется запись двух продольных противофазных синхрограмм. Для уменьшения проникания синхросигнала в звуковой канал и наоборот предусмотрена индивидуальная для каждого магнитофона компенсационная регулировка как в канале записи, так и в канале воспроизведения синхросигнала.

По специальному заказу в магнитофон может быть установлен приемник стоп-стартовых отметок, который прерывает синхросигнал во вре-

мя посылок передатчика. Кроме того, на время этих посылок вписывается звуковой сигнал в основной канал (этот сигнал вырабатывает специальная "хлопушка", размещенная в усилителе записи синхросигнала).

Электропривод магнитофона выполнен на базе низкооборотного коллекторного электродвигателя постоянного тока, имеющего очень большой ресурс работы. Система стабилизации скорости — электронная. На двигателе установлен специальный тахогенератор, сигнал с которого поступает на стабилизатор скорости. Сигнал с тахогенератора, усиленный и сформированный, сравнивается с опорным напряжением, а сигнал ошибки управляет усилителем постоянного тока, питающим электродвигатель. Этим достигается стабильность скорости $\pm 0,1\%$ в широком диапазоне температур. На выход стабилизатора подключается индикатор-бленкер питания и скорости.

Особенностью конструкции магнитофона является четкое разделение лентопротяжного механизма и электронного оборудования.

Магнитофон очень удобен в настройке и ремонте, так как имеется свободный доступ к электронным блокам и деталям механизма.

"Награ 5.2 Тайм Код" — монофонический магнитофон с временным кодом. Техника киносъемки часто требует нескольких каналов записи, работающих одновременно либо при раздельных записи звука и киносъемке, либо при одновременной съемке несколькими камерами.

Наиболее часто практикуемое для синхронизации звука и изображения использование хлопушки имеет ряд недостатков. В Западной Европе при производстве фильмов используют две системы временного кода: немецкую IRT и французскую TDF, каждая из которых может быть применена для магнитофона "Награ 4.2". Коды IRT и TDF записаны на специальной дорожке ленты и обеспечивают синхронность в пределах одного кадра за 8 ч работы КСА.

Принципиальные ограничения при записи кода на пленку привели к выбору довольно низкой скорости кодирования: кодовое слово имеет фиксированную длительность 1 с, так что скорость равна 4 бит/кадр, т.е. 100 бит/с при частоте съемки 25 кадр./с. Если частота съемки 24 кадр./с, то длительность каждого кодового слова уменьшится до 96 бит.

Каждое кодовое слово состоит из трех частей: текущего времени записи (секунды, минуты, часы, день, месяц, год); дополнительной информации; слов синхронизации, которые обеспечивают идентификацию положения каждого кадра внутри кодового слова.

Магнитофон "Награ 4.2 IRT" выполнен на базе модели "Награ 4.2 L" и отличается от нее наличием индикатора-световода на фронтальной панели, гнезда для соединения с контрольными часами для установки времени отсчета, двух печатных плат с электронной системой IRT, установленных в отсеке для батареи.

Головки записи и воспроизведения на 6,25-мм ленте заменяются стереоголовками, соединенными последовательно. Цепи записи пилот-тона остаются. Головка "Неопилот" (*Neopilot*) также устанавливает-

ся. Скорость движения рассчитана на частоту съемки 25 кадр./с. Функции магнитофона "Награ 4.2 IRT" согласованы с классической системой пилот (60 Гц) или с системой временного кодирования IRT. В этой системе используется полярно-импульсная модуляция: двоичная 1 представлена импульсом положительной полярности, а двоичный 0 — импульсом отрицательной полярности. Намагниченность равна 320 нВб/м, без подмагничивания. По форме импульсы являются квадратичными синусоидами с длительностью полупериода 0,5 мс. Частота повторения импульсов равна скорости кодирования 100 бит/с (25 кадров × 4 бита). Эти 100 бит распределены следующим образом: 12 бит для кодирования слова синхронизации; 24 бита — для секунд, минут, часов; 24 бита — для дней, месяцев, года. Оставшиеся 40 бит можно использовать для записи дополнительной информации.

Магнитофон "Награ 4.2 TDF" также выполнен на базе модели "Награ 4.2 L". Для него изготавливаются специальный однополюсный зажим и кнопка-выключатель. Электронные цепи и головки кода поставляются дополнительно.

Одноканальные головки записи и воспроизведения на 6,25-мм ленте заменяются стереоголовками, соединенными последовательно. Эта модификация не позволяет использовать пилот-тон. Вследствие этого электронная схема модели значительно проще, чем у модели "Награ 4.2 IRT". Магнитофон "Награ 4.2 TDF" позволяет использовать частоту съемки 25 и 24 кадр./с.

В системе запись сигнала производится методом двойной дифференциальной фазовой модуляции. Носителем являются прямоугольные импульсы, частота которых равна удвоенной скорости кодирования (200 или 192 Гц). Начало каждого бита совпадает со временем, на котором несущая проходит через 0. Сигнал формируется инверсией фазы несущей частоты 200 Гц при каждом появлении двоичного 0.

Переносный комплекс магнитной записи звука КЗМП11. Центральным конструкторским бюро киноаппаратуры НПО "Экран" разработан переносный комплекс первичной записи звука на 16-мм перфорированную магнитную ленту КЗМП11 [149] (рис. 6.10).

В состав комплекса входят: двухканальный синхронный магнитофон 25Д79, питающее устройство 21В155, головные телефоны 12А33, комплект запасных частей, инструмент и принадлежности.

Разработка комплекса способствует широкому внедрению на теле студиях страны экономичной и прогрессивной технологии производства фильмов на 16-мм носителе изображения и звука, позволяя отказаться от аппаратуры первичной записи звука на носитель шириной 6,25 мм. Широкое применение комплекса обуславливается возможностью электропитания его от аккумуляторной батареи напряжением 11–15 В или от сети (220 В) через электропитающее устройство, входящее в состав комплекса. Кроме того, магнитофон 25Д79 может работать синхронно с любым синхронным или синхронизированным КСА при синхронизации от КСА, внутреннего кварцевого датчика или от сети.



Рис. 6.10. Магнитофон 25Д79 комплекса записи КЗМП11

Высокие технические и эксплуатационные параметры, наличие двух каналов записи — воспроизведения определяют следующие варианты использования комплекса на телецентрах страны: запись исходных материалов (шумов, речи); запись музыки; запись режиссерских отметок; синхронное воспроизведение при съемке под фонограмму; копирование и перезапись на другой магнитофон.

Запись в магнитофоне осуществляется на две дорожки: в основном канале — на центральную дорожку шириной 5 мм, в служебном — на боковую дорожку 2,4 мм. К магнитофону могут подключаться пять независимых источников: в основной канал — два микрофона, одна линия и один микшерный пульт; в служебный канал — один микрофон или одна линия. Записываемый сигнал можно контролировать с помощью индикаторов модуляции отдельно по каналам, головными телефонами, с помощью встроенных громкоговорителей. Магнитофон обеспечивает одновременное и раздельное включение записи по основному и служебному каналам. Микрофонные и линейные входы, а также линейные входы — симметричные.

В магнитофоне обеспечена индикация: модуляции звукового сигнала по каждому из каналов; относительных значений токов ВЧ-подмагничивания; напряжения электропитания; наличия внешнего опорного сигнала синхронизации и контроля его значения; включения режима записи по каждому из каналов; включения режимов работы магнитофона; метража ленты.

С микрофонных входов сигналы через микрофонные трансформаторы попадают на микрофонные усилители. Для обеспечения большой перегрузочной способности по микрофонным входам предусмотрено введение затухания 20 дБ с помощью оперативных тумблеров.

Электронные схемы звукового канала выполнены на универсальных

усилительных модулях УМО25 с использованием интегральных микросхем.

В магнитофоне применен электропривод, состоящий из четырех электродвигателей. Приводные механизмы (зубчатый барабан, гладкие барабаны механического стабилизатора скорости, валы намотывателей) связаны с двигателями редуктора. Каждый электродвигатель является исполнительным устройством в индивидуальной системе автоматического регулирования. Питание исполнительных устройств (электродвигателей, электромагнитных муфт, электромагнита) осуществляется от источника постоянного тока. Режимы работы электропривода управляет логическое устройство, обеспечивающее бесконтактное включение режимов работы магнитофона. В приводе зубчатого барабана применена астатическая следящая система импульсного управления по скорости. Обеспечивается жесткая синхронизация частоты вращения двигателя, а следовательно, и скорости движения ленты относительно синхросигнала от внутреннего или внешнего источника. Электронной схемой обеспечивается постоянство натяжения ленты.

При прямой и обратной перемотке электропривод работает так же, как в режиме "Прямой ход", за исключением того, что напряжение управления ведущим электродвигателем формируется не системой автоматического регулирования, а потенциометром, установленным на панели управления. Таким образом, скорость движения ленты регулируется вручную и ее можно увеличивать в 5 раз относительно номинальной. В режиме "Ускоренный ход" гладкие барабаны разъединены с маховиками.

В состав электропривода входит система автостопа, которая отключает электропривод при обрыве и окончании ленты.

Магнитофон представляет собой переносное устройство, содержащее лентопротяжные механизмы (ЛПМ), системы автоматического и ручного управления и звуковое электронное оборудование. Сварной каркас из алюминиевого сплава является несущим элементом конструкции; к лицевой поверхности крепится плата ЛПМ, а в нижней части установлена звуковая кассета. На боковых поверхностях каркаса закреплены ручки для переноса магнитофона, боксы с разъемами. В нерабочем состоянии лицевая поверхность магнитофона закрывается съемной крышкой, которая штырями входит в гнезда звуковой кассеты и удерживается замками. Лицевая панель разделена на четыре зоны. В левой части расположена зона служебного канала, далее — зона основного канала, зона контроля и справа — зона управления.

Комплекс магнитной записи звука КЗМП11 имеет высокие технические характеристики и будет способствовать полному переходу на 16-мм носитель при производстве ТВ-фильмов.

Магнитофон R7a(R7a-P). Кассетные магнитофоны R7a и R7a-P производства ВНР являются профессиональными аппаратами, которые предназначены для использования в радиовещании, телевидении и кинематографии. Запись ведется на магнитную ленту, размещаемую в кассете типа МК (рис. 6.11).

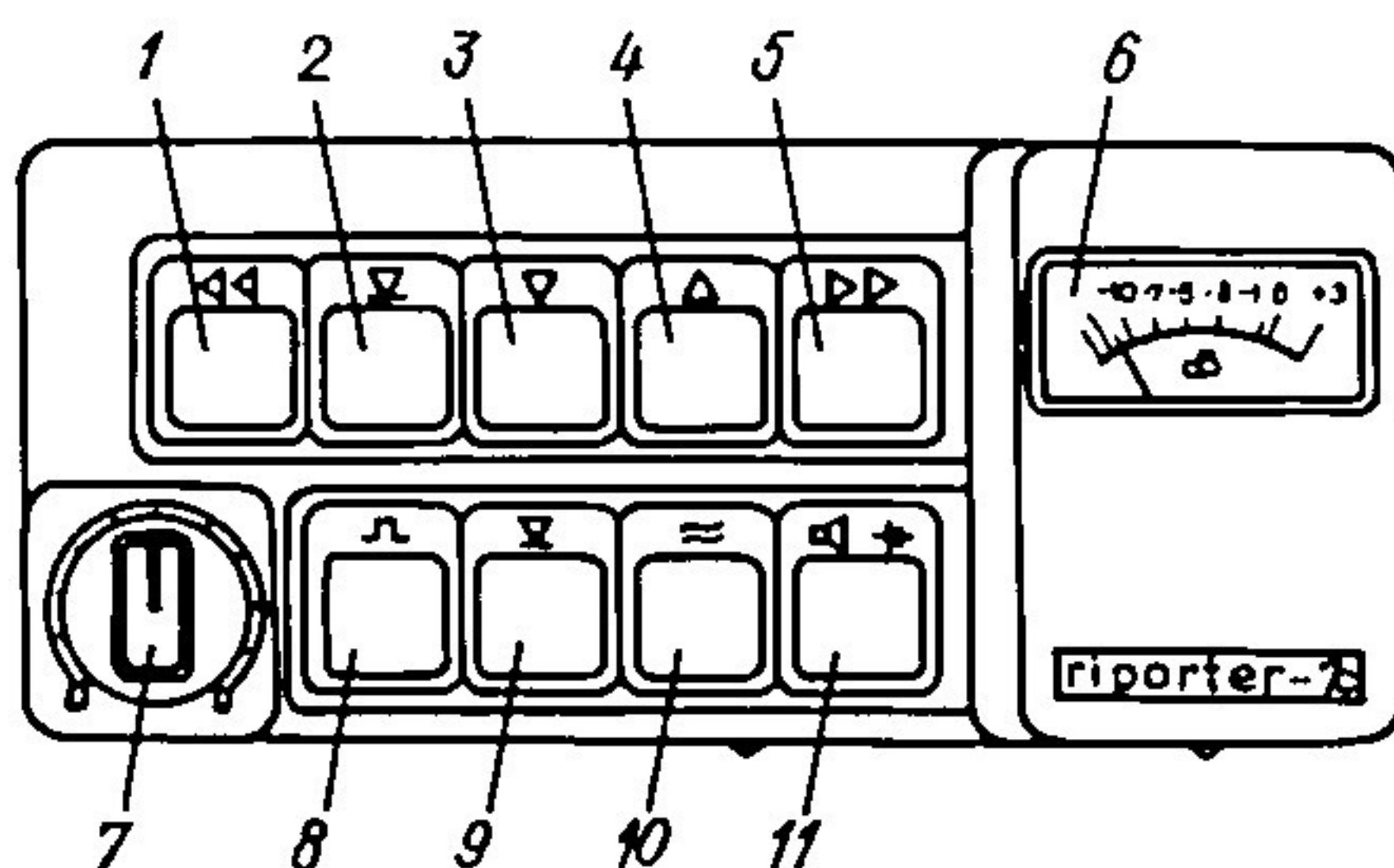
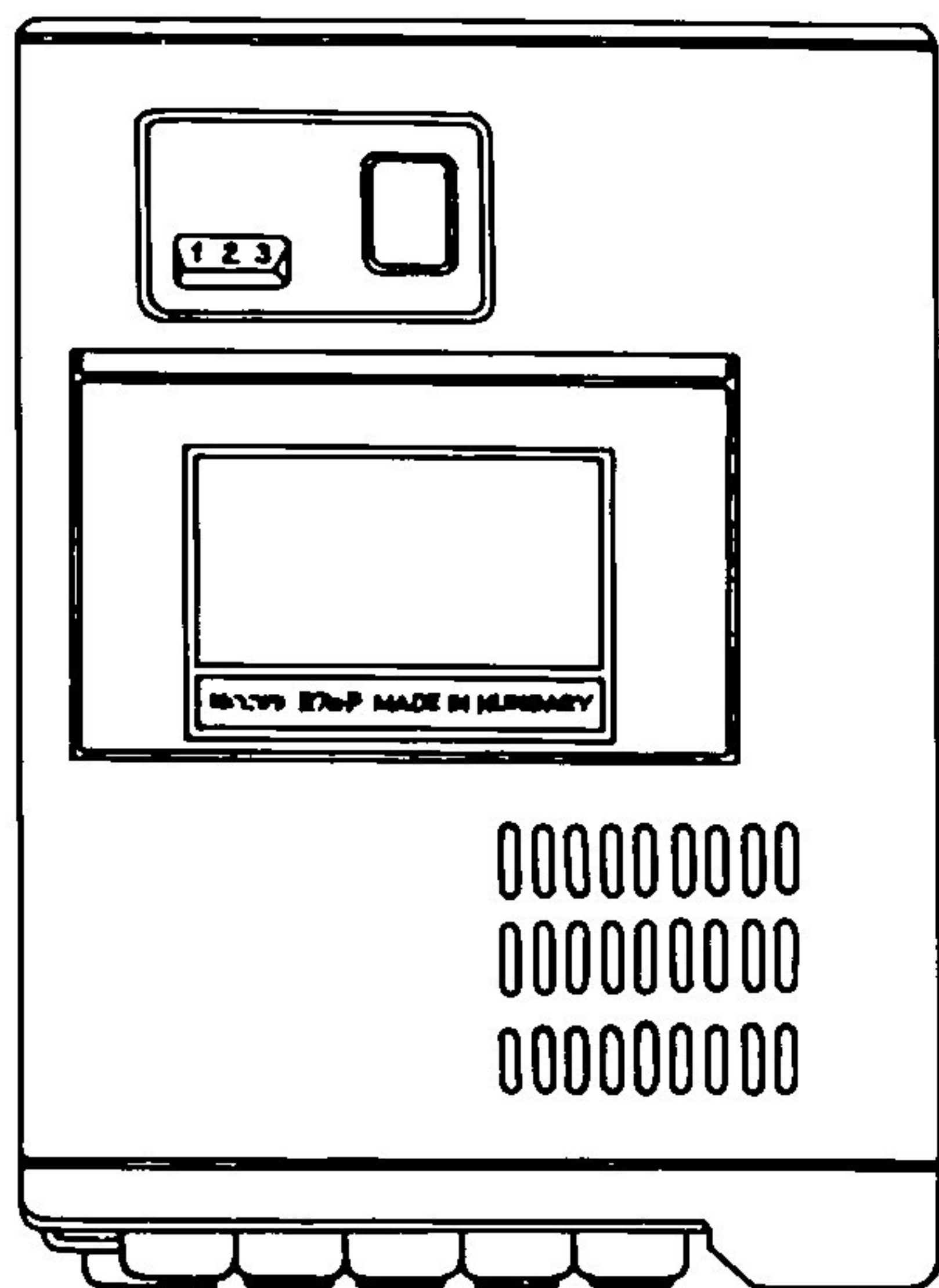


Рис. 6.11. Магнитофон "Репортер R-7a":
1 — перемотка назад; 2 — подготовка записи; 3 — стоп; 4 — воспроизведение; 5 — перемотка вперед; 6 — измерительный прибор; 7 — регулятор уровня сигнала; 8 — контроль уровня "пилот-сигнала"; 9 — динамический компрессор; 10 — речевой фильтр; 11 — контроль напряжения батареи и включение громкоговорителя

Магнитофон выпускается в двух исполнениях: R7a является монофоническим аппаратом с записью на половину ширину дорожки; в R7a-P запись двух дорожек производится в $1/2$ (на $1/4$ — каждая) ширины ленты, одна дорожка служит для записи звукового сигнала, другая — опорного синхросигнала. Источник синхросигнала внешний.

Кнопочный переключатель режимов работы и электрическая логика позволяют непосредственное переключение из одного режима работы в любой другой. При окончании магнитной ленты в кассете вырабатывается звуковой тональный сигнал.

Магнитофон рассчитан на работу от двух микрофонов, имеется возможность дистанционного управления пуском записи и кратковременной остановки.

Во время записи слуховой контроль проводится с помощью головных телефонов, во время воспроизведения — дополнительно с помощью встроенного (отключаемого в случае необходимости) громкоговорителя.

Магнитофон имеет один симметричный и один несимметричный выходы для подключения звуковой линии.

При записи используется ручная и автоматическая регулировка уровня при помощи компрессора. Имеется фильтр спада низких частот.

Стрелочный прибор индикатора позволяет контролировать напряжение батарей, а в модели R7a-P — входной уровень синхросигнала с последующей его регулировкой.

Лентопротяжный механизм обеспечивает проведение записи при движении и качке аппарата. При этом дополнительных колебаний скорости движения магнитной ленты не возникает.

Помимо использования батарей, помещаемых в отсек магнитофона,

его можно эксплуатировать от внешнего источника питания постоянного тока 9 В.

Основные технические характеристики рассмотренных выше магнитофонов приведены в табл. 6.1.

Тенденции совершенствования аппаратуры записи — воспроизведения. Совершенствование магнитофонов для первичной записи на съемочной площадке осуществляется по нескольким направлениям:

- повышение электроакустических параметров магнитофонов;
- использование новых решений электронной схемы, новой элементной базы, интегральных микросхем;
- создание унифицированных модульных конструкций;
- повышение экономичности и технико-экономических характеристик;
- уменьшение расхода магнитной ленты;
- повышение ресурса работы без замены источников питания;
- повышение надежности и удобства в эксплуатации;
- создание систем автоматической установки и регулирования режимов записи;
- совершенствование системы синхронного привода.

Блоки звукозаписи КСА. Единственным отечественным КСА с записью фотографической фонограммы является "Эра". Он позволяет осуществлять запись фонограммы на негативную киноплёнку с помощью модулятора света в виде неоновой лампочки, сигнал на которую подается от внешнего усилителя записи. Как уже указывалось, качество получаемой фонограммы низкое, поэтому ее можно использовать только в качестве черновой в процессе речевого озвучивания.

Более широкое распространение получила запись в КСА магнитной фонограммы. Однако качество фонограммы, хотя и более высокое, чем при фотографической записи, все же недостаточно для использования ее в качестве чистовой.

Это объясняется недостаточной стабилизацией скорости движения киноплёнки; нестабильностью контакта между политой магнитной дорожкой и магнитной головкой, а также тем, что выполнение кинооператором одновременно функции звукооператора создает трудности.

Поэтому КСА с блоками звукозаписи используются в основном для репортажных киносъемок на телевидении в тех случаях, когда допустимо снижение качества звукопередачи, на 16-мм киноплёнке.

6.4. МИКРОФОНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЗВУКОЗАПИСИ НА КИНОСЪЕМКАХ

Микрофоны являются первым и наиболее важным звеном звукозаписывающего комплекса на киносъемках и служат для преобразования акустической энергии в энергию электрического сигнала. От качества микрофона зависит многое, что определяет высокие требования к его техническим и эксплуатационным параметрам.

Основные технические характеристики магнитофонов для синхронной первичной записи звука при киносъемке

Параметр	"Ритм-310" (КЗМП-5)	"Ритм-3120"	"Ритм-320" (КЗМП-9)	"Ритм-репортёр" (КЗМП-7)	КЗМП-11	R7a-P (кассет- ный)	"Награ 4.2 "
Номинальная скорость движения ленты, мм/с	190,5	190,5; 95,3	190,5	190,5	190,5	47,5	381,0; 190,5; 95,3
Коэффициент детонации, %	±0,07	±0,07 (190,5 мм/с); ±0,12 (95,3 мм/с)	±0,07	±0,12	0,08	±0,2	±0,05 (381,0 мм/с); ±0,07 (190,5 мм/с); ±0,12 (95,3 мм/с)
Номинальное выходное напряжение, В (нагрузка, кОм)	1,55 (1)	1,55	1,55 (1)	1,55 (1)	1,55 (1)	1,55 (0,6)	4,4 (0,6)
Перегрузка по выходу, дБ	10	8,5	10	—	12	—	7,5
Частотный диапазон, Гц	31,5—16000	31,5—18000 (190,5 мм/с); 31,5—12500 (95,3 мм/с)	31,5—16000	40—12500	31,5—16000	60—10000	30—20000 (381,0 мм/с); 30—15000 (190,5 мм/с); 30—8000 (95,3 мм/с)
Максимальная чувствительность микрофонных входов, мВ	0,1	0,2; 2,0 (с затуханием)	0,1	0,2	0,2	1,0	0,2
Максимальное входное напряжение, мВ	250	100; 1000 (с затуханием)	250	100	245	—	43*
Встроенная коррекция низких частот в микрофонных каналах	Активная			Пассивная			Активная

Частота среза, Гц	300		200	160	100	180; 80
Крутизна спада, дБ/окт	6		10	12	10	10
Относительный уровень помех канала записи — воспроизведения в широкой полосе частот, дБ	-56	-58 (190,5 мм/с); -56 (95,3 мм/с)	-53	-58	-50	-58 (190,5 мм/с)
Коэффициент нелинейных искажений канала записи — воспроизведения, % (лента)		1,5 (А4409, "Свема"	1,0 (LR-56, фирма БАСФ, ФРГ)	2,0 (A4409)	2,0 (SFD-60, фирма АГФА, ФРГ)	1,0 (LR-56, фирма БАСФ, ФРГ)
Напряжение фантомного питания микрофонов, В	+10	+12	+	+9		+12; +48 (отдельный блок)
Время интеграции индикатора уровня, мс	60	10	—	—	—	7,5
Полоса автоматической регулировки скорости, %	±1	±4	±1	—	—	±4
Масса (без источников питания), кг	6,0	6,5	4	—	2,35	6,2
Температурный диапазон работы, °С	-30 ... +50	-25 ... +50	-30 ... +50	—	-10 ... +50	-20 ... +70
Время непрерывной работы в режиме "Запись" (от одного комплекта батарей), ч	2	3	1,25	—	8 (перiodический режим)	3

Причем я: 1. Число микрофонных входов — 2. 2. Магнитофоны "Ритм 3120" и R-7aP имеют счетчик метража.

*Возможна замена усилителя.

Микрофоны для профессиональной записи подразделяются следующим образом:

по принципу действия — конденсаторные (электростатические), динамические (катушечные), ленточные;

по направленности — ненаправленные, двусторонне- (восьмерочные), односторонне- (кардиоидные, суперкардиоидные, гиперкардиоидные) и остронаправленные;

по способам выделения полезного сигнала на фоне помех — обычного исполнения и шумозащищенные;

по назначению — речевые, репортажные, для музыкальных записей, универсальные, для стереофонических записей и др.;

по условиям эксплуатации — размещаемые на стойках, подвесные, настольные, ручные, нагрудные (нашейные), петличные.

Основными параметрами и характеристиками, по совокупности которых можно судить о качестве микрофонов в различных условиях их применения, являются: чувствительность, номинальный диапазон частот и неравномерность частотной характеристики, сопротивление номинальной нагрузки, характеристика направленности и относительный уровень собственных шумов. Нелинейные искажения для микрофонов, используемых в профессиональной звукозаписи, весьма незначительны.

Чувствительностью называют отношение напряжения на выходе микрофона к звуковому давлению, действующему на микрофон. Этот важный параметр микрофона определяется по напряжению холостого хода или по напряжению на номинальной нагрузке. Большинство профессиональных микрофонов имеют высокую чувствительность, различающуюся для разных типов микрофонов лишь на несколько децибел.

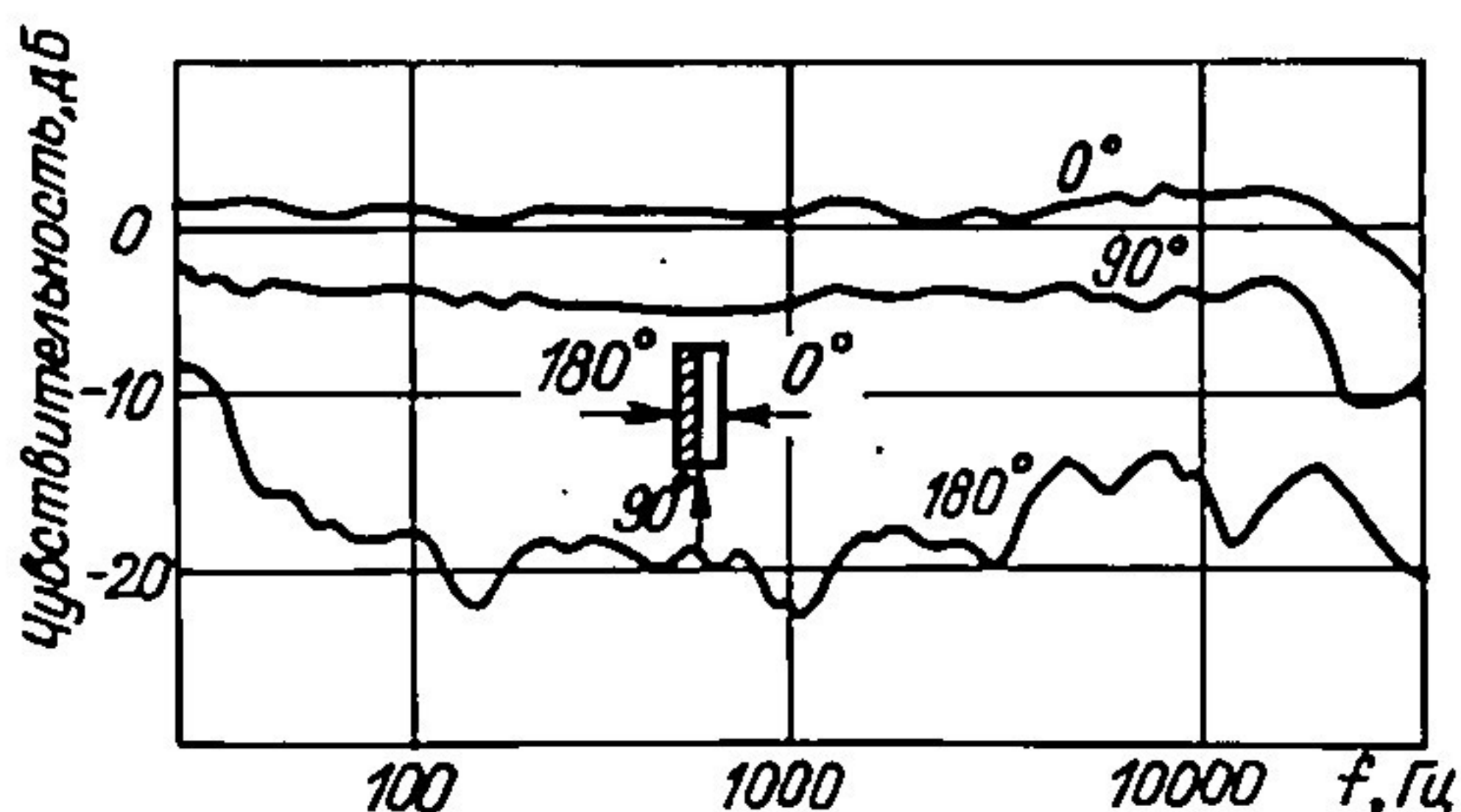
Частотная характеристика представляет собой зависимость чувствительности микрофона (уровня передачи) от частоты. Ее неравномерность определяют в номинальном частотном диапазоне для данного типа микрофона как отношение максимальной чувствительности к минимальной, выраженное в децибелах.

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) чувствительности в значительной степени определяет тембральную особенность звучания микрофона.

Даже если частотная характеристика чувствительности микрофона, измеренная на его оси, близка к прямой линии, она обязательно ухудшается при измерениях под углом к оси или с обратной стороны микрофона (рис. 6.12).

Под *номинальным сопротивлением нагрузки* понимают сопротивление, которое должно быть подключено к выходу микрофона при его работе. Значение сопротивления указывается в паспорте на микрофон. Обычно полагается, чтобы полное внутреннее сопротивление микрофона было равно номинальному сопротивлению нагрузки (это обеспечивает максимальную отдачу по мощности). Ряд микрофонов выпускают с возможностью переключения номинальной нагрузки.

Рис. 6.12. Частотная характеристика высококачественного конденсаторного микрофона с кардионидной характеристикой направленности



Характеристика направленности имеет принципиальное значение для эксплуатации микрофона. Данную характеристику представляют полярной диаграммой направленности микрофона (рис. 6.13), на которой изображают его чувствительность в зависимости от угла падения звуковой волны относительно оси микрофона. Характеристика направленности зависит от устройства звукоприемной части микрофона. Существует два типа микрофонов — приемники давления и приемники градиента давления. В первом случае мембрана микрофона открыта для воздействия давления воздуха только с одной стороны, во втором — с обеих сторон, т.е. измеряется градиент давления.

Микрофон — приемник давления не обладает резко выраженной направленностью и имеет характеристику направленности в виде круга (рис. 6.13, а).

Микрофон — приемник градиента давления обладает двусторонней направленностью. Характеристика направленности в полярной системе координат данного типа микрофона представляется в виде восьмерки (рис. 6.13, б).

Комбинируя приемники давления и градиента давления, изменяя пропорции в этом сочетании двух приемников, можно получить целый набор разных полярных диаграмм: кардиоиду (рис. 6.13, в), суперкардиоиду (рис. 6.13, г), гиперкардиоиду. При проведении звукозаписи необходимо учитывать, что характеристика направленности микрофона меняется в зависимости от частоты.

Наличие напряжения на выходе микрофона даже в отсутствие какого-либо акустического сигнала является следствием флуктуаций частиц в окружающей сфере, а также тепловых шумов сопротивлений в электрической части микрофона.

Уровень собственных шумов (в дБ) является важным показателем качества микрофона. Современные микрофоны, предназначенные для профессиональной записи звука, как правило, имеют высокие электроакустические характеристики. Однако звучание их может быть различным. Так, порой при весьма похожих АЧХ чувствительности двух микрофонов явно заметны различия в их тембральной окраске. Как правило, электроакустические характеристики микрофонов определяются в условиях свободного звукового поля, т.е. поля, в котором практически отсутствуют отраженные звуковые волны. Микрофоны же эксплуатируются в помещениях с разнообразными акустическими свойствами. Поэ-

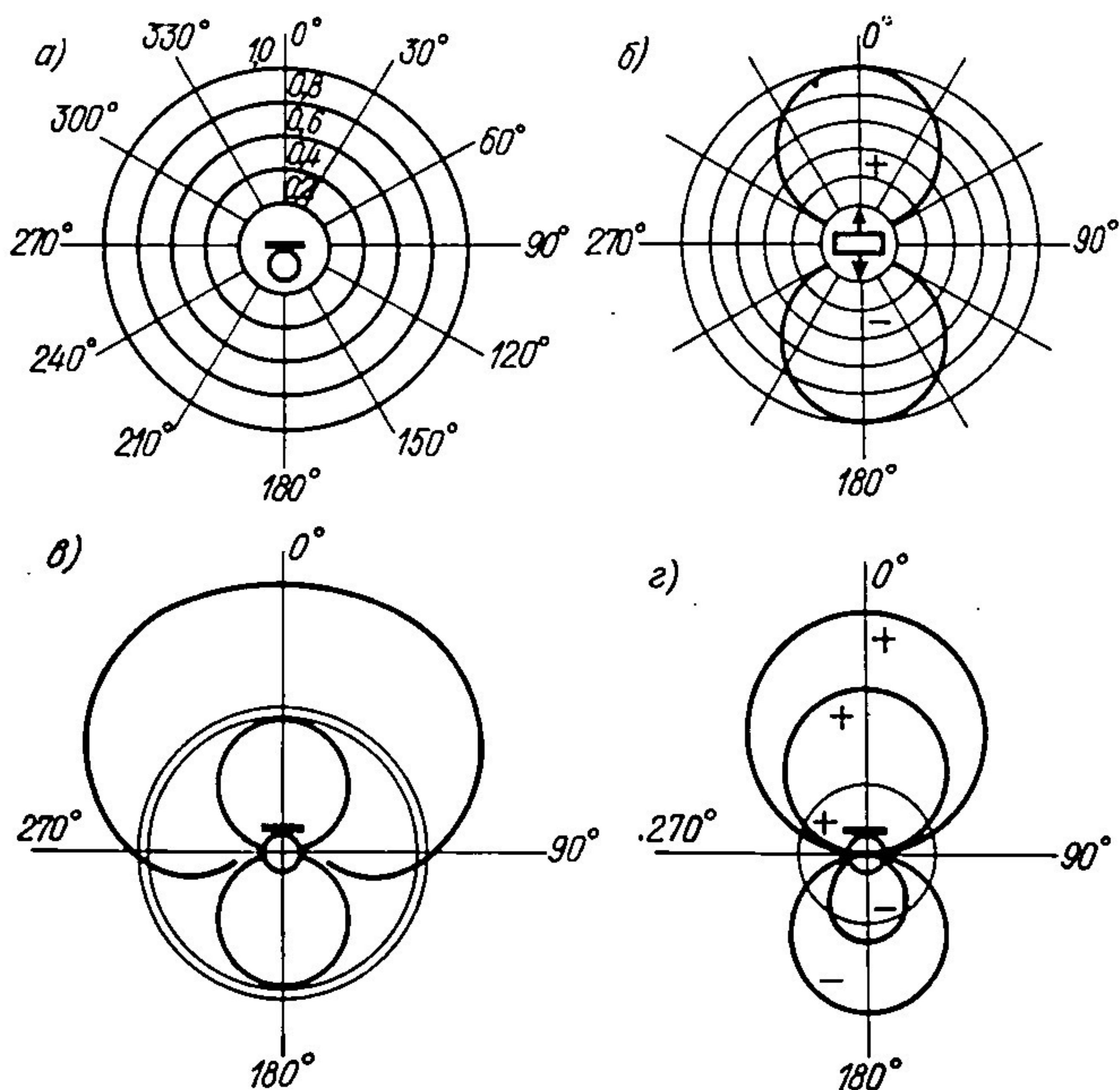


Рис. 6.13. Характеристики направленности: а — ненаправленная; б — восьмерка; в — кардиоида; г — суперкардиоиды

тому было предложено [137] определять дополнительно АЧХ по диффузному полю, в котором в результате многократных отражений звуковых волн от ограждающих поверхностей одинаковы плотности звуковой энергии во всех точках поля и потоки энергии по всем направлениям. Проведенные исследования подтвердили необходимость включения АЧХ по диффузному полю в число основных электроакустических параметров микрофона, что позволит точнее оценить его свойства в реальных условиях эксплуатации.

При выборе микрофона большое значение имеют его эксплуатационные свойства.

При проведении звукозаписи, особенно во внестудийных условиях, неотъемлемыми качествами микрофона должны быть *прочность корпуса* и *высокая стойкость ко внешним воздействиям* в процессе эксплуатации, *малая чувствительность к тряске, резким изменениям положения, ветру*.

Внешний вид микрофона особенно важен, когда допускается его размещение в кадре, а его *размеры* и *масса* имеют большое значение, когда микрофон необходимо держать в руке или прикреплять к одежде.

В конкретной ситуации любые из рассмотренных качественных параметров и эксплуатационных свойств могут быть определяющими при выборе микрофона.

В последние годы значительно обновилась и расширилась номенклатура студийных микрофонов, выпускаемых в нашей стране. Среди

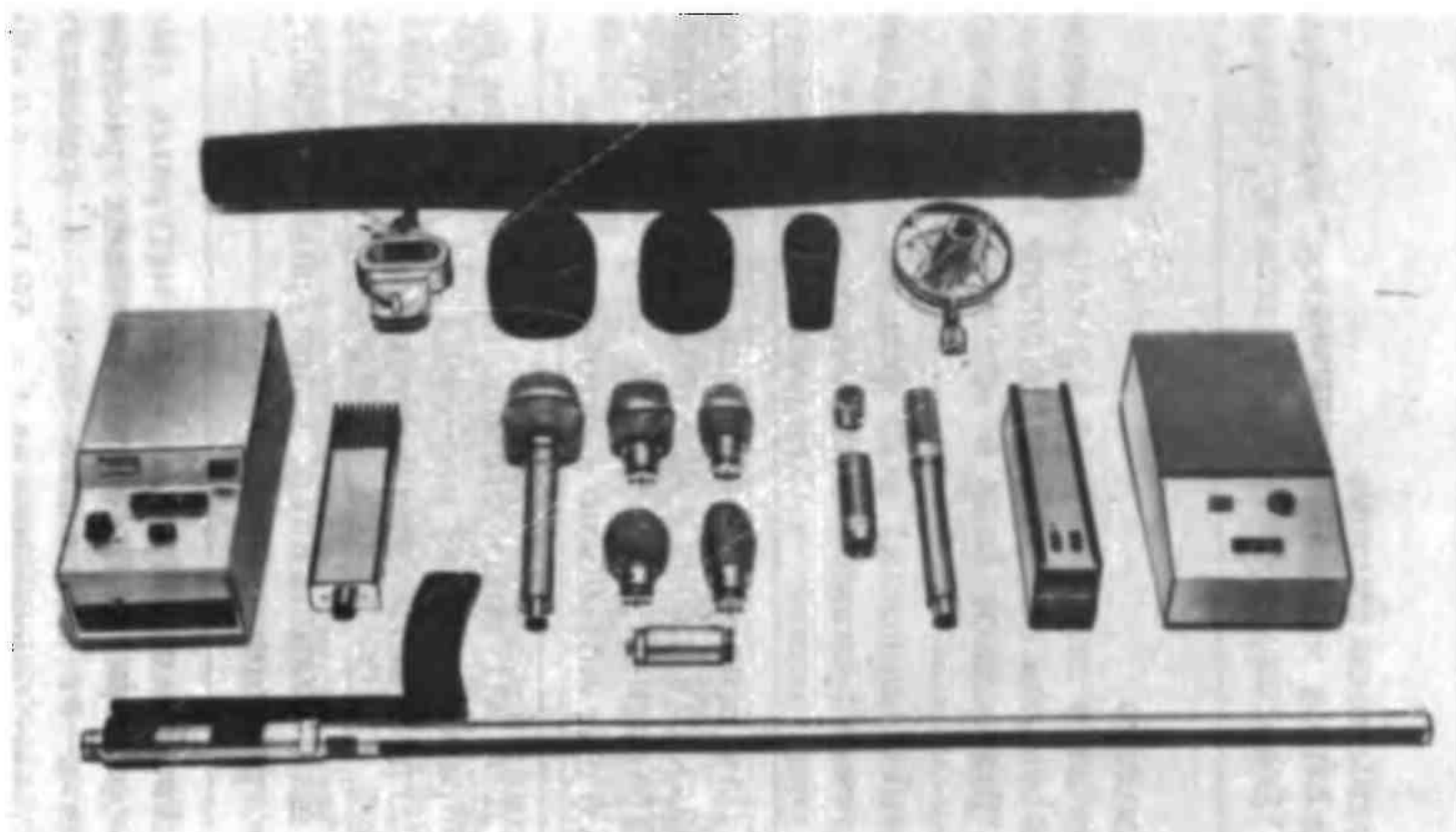


Рис. 6.14. Унифицированный ряд микрофонов КМС-19

них широкое распространение получили конденсаторные микрофоны (например, микрофоны серии КМС-19) благодаря существенным преимуществам по сравнению с микрофонами других типов. Эти преимущества заключаются в более широкой и равномерной частотной характеристике, в большей чувствительности, в малых размерах и массе. К этому следует прибавить еще возможность легко на расстоянии в широких пределах изменять их характеристику направленности. Вследствие высокой чувствительности конденсаторные микрофоны можно размещать дальше от источников звука, что несомненно важно при проведении синхронных киносъемок. Так, серия микрофонов КМС-19, применяемых в условиях павильонных и натурных съемок, при озвучивании и дубляже, состоит из двух унифицированных рядов, каждый из которых содержит усилитель и группу сменных головок, образующих 10 вариантов микрофонов [129] (рис. 6.14). Микрофоны отличаются характеристиками направленности и специфическими электроакустическими параметрами (табл. 6.2). Такой набор дает возможность выбрать микрофон, наиболее подходящий для условий звукозаписи в каждом конкретном случае. Замена головки на соответствующем усилителе позволяет изменять направленность микрофона. Кроме того, имеется микрофон с дистанционно управляемой характеристикой направленности.

Микрофоны серии КМС-19 комплектуются набором съемных ветрозащитных устройств. Кардиоидный микрофон КМС 19-03 имеет встроенную ветрозащиту.

В связи с малыми размерами капсулей конденсаторных микрофонов они широко используются для создания остронаправленных и миниатюрных (петличных) микрофонов. В последнем случае особенно удобны микрофоны электретного типа (КМКЭ 7), которые имеют широкий частотный диапазон и удовлетворительную неравномерность характеристики.

Основные технические характеристики микрофонов, применяемых для звукозаписи на киносъемках

Марка микрофона	Характеристика направленности	Чувствительность микрофона при номинальной нагрузке 1 кОм, мВ/Па	Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленного собственным шумом микрофона, дБА	Предельное звуковое давление (для $K_T = 0,5\%$), дБ	Размеры микрофона, мм (диаметр \times длина)	Масса микрофона, г	Температура окружающей среды (при фантомном питании), °C	Примечания
КМС 19-01		14	13	122	22 \times 29	31	-30 ... +50	Для репортажной записи, записи в условиях павильона и натуральных съемок; малогабаритный; коррекция на $f = 50$ Гц - 6,0 дБ; возможно фантомное питание
КМС 19-02	Кардиоида	13	16	-	41 \times 69	100	-30 ... +45	Для натуральных съемок при быстром панорамировании; коррекция на $f = 50$ Гц - 6,0 дБ; возможно фантомное питание
КМС 19-03		18,3	11	122	57 \times 78	140	-	Для павильонных и натуральных съемок; ветрозащитный
КМС 19-05	Лепесток	35	12	114	24 \times 850	-	-30 ... +50	Главным образом для натуральных съемок при работе на больших расстояниях от источника звука, в условиях шума; коррекция на $f = 50$ Гц - 6,0 дБ; возможно фантомное питание

КМС 19-07	Кардиоида Круг Восьмерка	11 5,5 6,5	16 22 21	123 129 128	24 × 75 22 × 29 24 × 81	70 31 76	Для павильонных и натурных съемок; есть фильтр низких частот; возможно фантомное питание
КМС 19-08	Кардиоида Круг Восьмерка	18 20 20	15 14 14	122 120 120	38 × 188 38 × 194 47 × 184	200	Универсальный для речевых и музыкальных записей
КМС 19-09		34	12	114	23 × 294	83	Для записи в помещении с недостаточной акустической обработкой и в условиях повышенного окружающего шума; малогабаритный; обостренная характеристика направленности
Лепесток							
КМС 25		40 50 55	10	128 127 126	20 × 418 20 × 798 20 × 1688	310 510 1000	Для записи удаленных источников звука, при повышенном уровне мешающего шума; возможно фантомное питание
КМК 43	Сканирующая кардиоида	14	16	122	61,5 × 195	240	Для записи в условиях павильонных съемок; сканирующая характеристика направленности; есть фантомное питание
КМК 45	Переключаемая кардиоида, широкая кардиоида, круг, восьмерка	10	17	140– 150	50 × 200	370	Для записи речи и музыки; возможно переключение характеристики направления и затухания 10 дБ, есть фантомное питание
КМКЭ 7	Круг	10	17	–	11,5 × 33	15	Для кинонаблюдений, интервью, съемки скрытой камерой; нагрудный; возможно фантомное питание

П р и м е ч а н и е . Частотный диапазон для всех модификаций – 20–20 000 Гц.

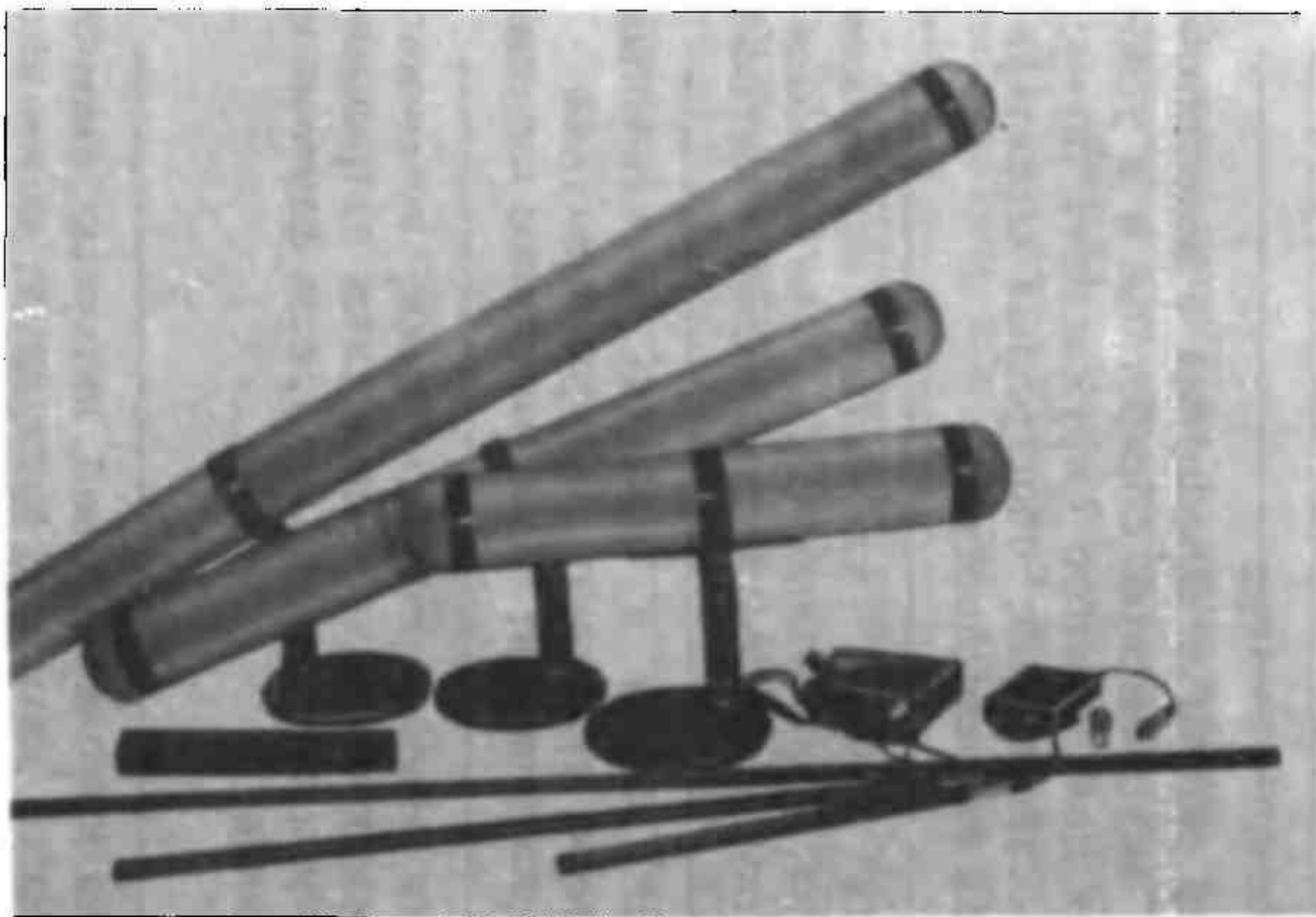


Рис. 6.15. Остронаправленный микрофон КМС-25 (без ветрозащиты и ветрозащищенный)

Конденсаторные микрофоны используются также в системах, которые называются *радиомикрофонами*.

Для проведения звукозаписи в процессе киносъемки необходимо выбирать виды микрофонов, наилучшим образом отвечающие условиям звукозаписи, характеру источника звука, свойствам сигнала, а также художественному решению картины.

При синхронных киносъемках с записью чистовой или черновой фонограммы в условиях павильона, имеющего допустимое время реверберации и достаточно высокий уровень собственных шумов, желательно применять однонаправленные микрофоны, для которых угол приема равен $120-150^\circ$, а снижение шума составляет примерно 5 дБ. Микрофоны должны иметь высокую чувствительность, быть небольшими по размерам и не реагировать на вибрации при перемещении. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают конденсаторные микрофоны с кардиоидной характеристикой направленности (например, КМС 19-01, -03, -07, -08; КМК 43 и КМК 45 с улучшенной тембропередачей).

Если синхронная киносъемка ведется в помещениях, имеющих большое время реверберации, следует применять остронаправленные микрофоны (КМС 19-09), которые можно удалять от исполнителя на значительные расстояния.

Микрофон с узкой характеристикой направленности является звуковым аналогом длиннофокусного объектива и предназначается, как и объектив КСА, для ориентировки на желаемый источник звука, ослабляя все другие звуки.

Поэтому остронаправленные микрофоны (например, КМС 19-05, -09; КМС-25) (рис. 6.15) широко используются на натуральных съемках при работе на больших расстояниях от источника звука, а также в условиях повышенного шума.



Рис. 6.16. Комплект радиомикрофона КМС-23

Условиям проведения репортажных киносъемок на натуре и в случайных помещениях, а также кинонаблюдениям, интервью, съемкам скрытой камерой наилучшим образом отвечают микрофоны повышенной направленности, а также малогабаритные нагрудные и петличные микрофоны (например, КМКЭ-7).

При проведении звукозаписи на киносъемочной площадке находят применение и радиомикрофоны, не ограничивающие движения исполнителей. Радиомикрофоны используются и при записи звуковой атмосферы во время киносъемок, как, например, сцены боевых сражений и др. Радиомикрофон многоцелевого назначения КМС-23 (рис. 6.16) имеет следующие основные технические характеристики:

Рабочая частота, МГц	166,5
Выходная мощность передатчика, мВт	50
Стабильность частоты	$500 \cdot 10^{-6}$
Ток, потребляемый передатчиком, мА	36
Коэффициент нелинейных искажений в сквозном канале, %, не более	2
Неравномерность частотной характеристики сквозного канала в диапазоне 31,5 – 16000 Гц, дБ	2
Чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум 70 дБ, мкВ	50
Габаритные размеры, мм:	
приемника	96x170x176
передатчика	25x75x145
Масса (с аккумуляторами), кг:	
приемника	2,5
передатчика	0,34
Дальность действия, м	200

Тенденции совершенствования микрофонов. Дальнейшее совершенствование микрофонов идет как в направлении повышения их качественных параметров, эксплуатационных свойств, так и в направлении поиска средств изменения акустических характеристик микрофонов в соответствии с условиями звукозаписи при киносъемках.

Наличие дистанционного управления параметрами (характеристикой направленности, частотной характеристикой, чувствительностью, ориентацией акустической оси микрофона), регулирующих устройств, позволяющих устранять перегрузки, фильтра, лимитера, встроенной ветрозащиты, возможность переключения номинальной нагрузки и при этом высокая надежность, малая масса — вот неполный перечень достоинств микрофона будущего.

Важное значение для звукозаписи на киносъемочной площадке имеет дальнейшее совершенствование остронаправленных микрофонов.

6.5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗВУКОЗАПИСИ

При записи звука на съемочной площадке важную роль играют средства, обеспечивающие правильное положение микрофонов относительно источников звука. Для этой цели используются различные приспособления: микрофонные *краны*, микрофонные *стойки*, разнообразные *подвесы* и *удочки*. Так, получили распространение так называемые *"журавли"*. Их выдвижные стрелы смонтированы на шасси специальной конструкции, что позволяет плавно и бесшумно перемещать микрофон в верхнем пространстве съемочного объекта.

Для размещения малогабаритных микрофонов на одежде исполнителя предназначены *петличные закладки*, *шнурки*.

Для предотвращения влияния механических воздействий, сотрясений, ударов и вибраций микрофоны крепятся в специальных *амортизированных приспособлениях*. Имеются разнообразные исполнения *ветрозащитных колпаков* и *оболочек*.

6.6. ПЕРЕНОСНЫЕ МИКШЕРНЫЕ ПУЛЬТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ЗАПИСИ ЗВУКА

Для усиления, коррекции, смещения и регулирования уровней сигналов, поступающих от микрофонов, в комплексах аппаратуры первичной записи звука в условиях киностудий и на натуре применяются *переносные микшерные пульта*.

В зависимости от специфики работы киностудии требуются различное число входных каналов, определенный тип источника электропитания, дополнительные функциональные возможности. Этому требованию наилучшим образом удовлетворяет создание различных модификаций пульта на основе одной базовой модели.

Примером могут служить пульта 90К45, 90К45-01 и 90К45-02, разработанные в ЦБК НПО "Экран". Пульт 90К45 (рис. 6.17) является базовой моделью и предназначен в основном для первичной записи звука в процессе съемок художественных фильмов [114], где требуется обычно небольшое число входных каналов. Пульт 90К45-01 предназначен

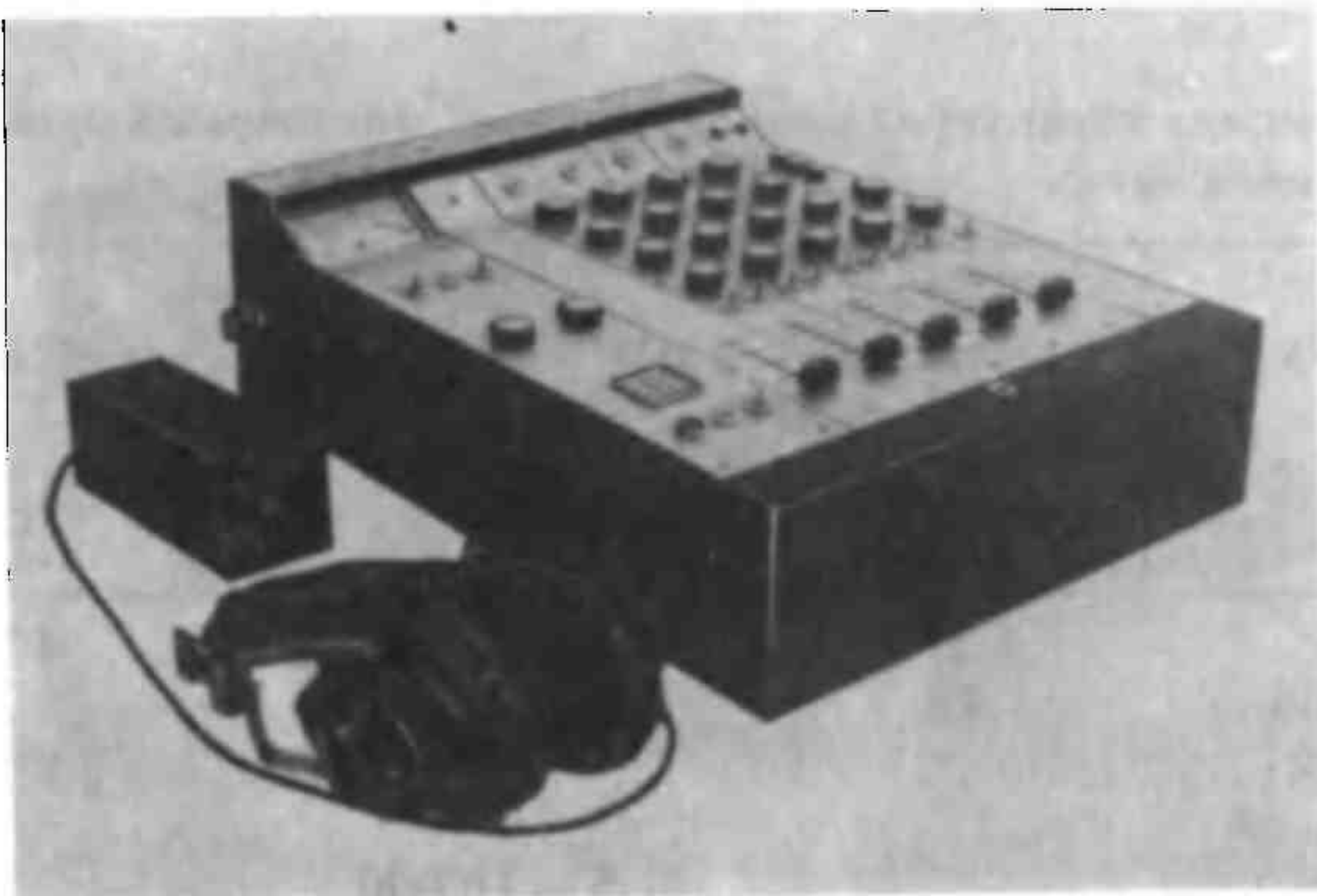


Рис. 6.17. Микшерный пульт 90К-45

главным образом для киностудий документальных и научно-популярных фильмов, где необходимо увеличение числа входных каналов.

Модель пульта 90К45-02 предназначена для записи речи и вокально-музыкальных ансамблей во внестудийных условиях, когда может возникнуть необходимость в обработке звукового сигнала с помощью компрессора. В пульте предусмотрена возможность регулирования уровня порога компрессии, переключения де-эсирования, включения компрессора на режим "Автомат", обеспечивающий зависимость времени восстановления от уровня последующего некомпрессированного сигнала, а также индикации сжатия сигнала посредством светодиодов.

Технические характеристики пультов представлены в табл. 6.3. Число выходов у пульта 90К53 — 2, у всех остальных пультов — 1. Номинальный выходной уровень сигнала (дБ) для всех модификаций —10 ... + 6. Обрезной фильтр на частоте 80 Гц с крутизной характеристики не менее 18 дБ/окт. Коэффициент гармонических искажений для пульта 90К43 не более 0,6 %, для всех остальных — 0,5 %. Компрессирование звукового сигнала предусмотрено только для пульта 90К45-02.

Возможность создания нескольких модификаций пульта 90К45 обусловлена кассетным принципом исполнения, причем все разъемы для внешних подключений находятся непосредственно на кассетах.

Рассмотренные микшерные пульта по своей массе уступают портативным пультам, например пульту 90К43 с массой 2,5 кг.

В настоящее время возрастает потребность киностудий в портативных пультах с широкими функциональными возможностями и достаточным числом входных и выходных каналов. Такие пульта необходимы для записи музыкальных ансамблей и шумов в условиях экспедиции. Успехи в области электронной техники, внедрение технологии двухканальной первичной записи, разработка аппарата двухканальной фотографической записи и системы повышенного качества звуковоспроизведения кинофильмов обусловили целесообразность создания нового портативного двухканального микшерного пульта 90К53 [127]

Таблица 6.3

Основные технические характеристики переносных микшерных пультов для первичной записи звука

Характеристика	90К43 (портатив- ный)	90К45	90К45-01	90К45-02	90К53 (портатив- ный двух- каналь- ный)
Число входов	5/2*	3	5	4	5/2*
Максимальная чув- ствительность мик- рофонного входа, дБ	-78		-84		-78
Частотный диапа- зон, Гц		31,5 – 16 000			20–20 000
Плавная коррекция АЧХ в пределах, дБ (на частотах, Гц)	-10 (50)		±15 (40,10 000)		
Фильтр "присутст- вия" в пределах, дБ (на частоте, Гц)	—		±10 (2 800, 4 000)		±10 (2 800)
Введение затуха- ния, дБ	Фиксиро- ванное, 20		Ступенями: ±5, 10, 15, 40		Фиксиро- ванное, 20±2
Контроль от мест- ного генератора на частотах, Гц		400, 10 000			1000, 10 000
Время интеграции индикатора уровня,мс	60		10/60		10
Потребляемый ток, мА, не более	40	150	210	200	150
Напряжение фан- томного электропи- тания, В	Нет		9±0,5		12±1; 48±4
Электропитание	От автоном- ного источ- ника	От внешнего источника			От сети и от внеш- него ис- точника
Масса, кг	2,5	11,5	11,8	11,6	5
Особенности пульта	Порта- тивный	—	—	Компрес- сирование звукового сигнала	Портатив- ный двух- каналь- ный

* В числителе – число микрофонных, в знаменателе – линейных входов.

(рис. 6.18). Как видно из табл. 6.3, модель 90К53 обладает улучшенными электроакустическими характеристиками по сравнению с пультом 90К43, имеющим один выход, и должна заменить последний в серийном производстве.

Дальнейшее совершенствование микшерных пультов, применяемых

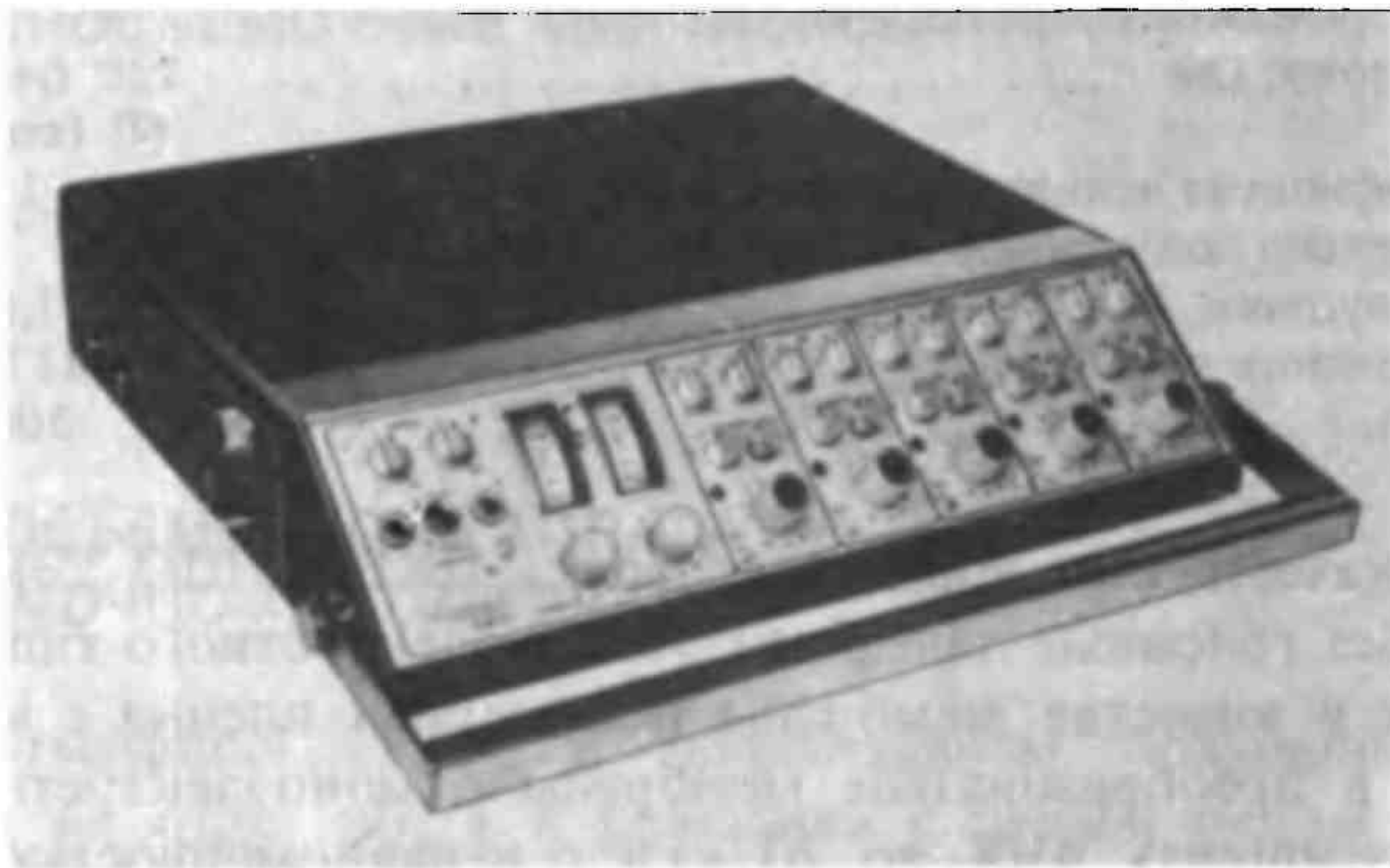


Рис. 6.18. Микшерный пульт 90К-553

при первичной звукозаписи, идет в направлении улучшения их электроакустических характеристик, расширения функциональных возможностей, снижения габаритных размеров и массы, повышения надежности.

6.7. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ГОЛОВНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ

Для контроля качества звука в процессе первичной записи на киносъемочной площадке широко используются *профессиональные головные телефоны*. Их назначение — обеспечивать максимально возможную точность звукопередачи при минимальных искажениях прослушиваемого материала. Поэтому к характеристикам головных телефонов предъявляются высокие требования, основными из которых являются следующие: частотный диапазон 20 — 20000 Гц при неравномерности ± 1 дБ; номинальный уровень звукового давления 100–105 дБ; коэффициент гармонических искажений не более 0,5 %.

В настоящее время за рубежом и в нашей стране выпускается много моделей головных телефонов, отличающихся друг от друга типами преобразователей электрической энергии в акустическую и построением телефонной гарнитуры [5].

На киностудиях нашей страны при проведении первичной записи применяются электродинамические головные телефоны 12А33 в двух исполнениях — моно и стерео (разработки ЦКБК НПО "Экран"), которые имеют следующие характеристики:

Диапазон воспроизводимых частот, Гц	20 — 20000
Номинальный уровень звукового давления по отношению к 20 мкПа при подведении к одному телефону мощности 1 мВт, дБ	100
Расхождение АЧХ обоих телефонов, дБ, не более	1,5

Электрическое сопротивление телефона постоянному току, Ом	120 (моно); 60 (стерео)
Коэффициент нелинейных искажений, %	1
Предельно допустимое напряжение, подаваемое в один наушник, В	2,5
Габаритные размеры, мм	200×170×90
Масса, г	500

Другая качественно новая разработка ЦКБК НПО "Экран" — профессиональные головные телефоны 12А29 электретного типа, в которых используется в качестве мембраны полимерная пленка с монозарядом. Применение в преобразователе мембраны с моноэлектретным зарядом позволило расширить АЧХ до 20 кГц с неравномерностью ± 1 дБ без применения резонансных систем. В телефонах 12А29 уменьшены нелинейные искажения, а расхождение АЧХ не превышает 1 дБ. Электретные телефоны обладают большой естественностью звучания, верностью передачи речи и шумов.

Дальнейшее совершенствование головных телефонов возможно за счет электретных систем, а также разработки телефонов изодинамического типа, более дешевых и удобных в эксплуатации. Помимо повышения качества параметров телефонов ведутся работы по совершенствованию конструкции их гарнитур с учетом физиологических особенностей. Очень существенна для звукооператора масса головных телефонов, которую необходимо уменьшать.

7.1. ОТ КИНОСЪЕМОЧНОГО АППАРАТА К КИНОСЪЕМОЧНОМУ КОМПЛЕКСУ

Как уже отмечалось, КСА в подавляющем большинстве случаев используется не отдельно, а в сочетании с целым рядом специальных технических средств. Первоначально это были только штативы с панорамными головками, обеспечивающие установку КСА, фиксацию его положения в пространстве и угловое перемещение оптической оси, а также дополнительные светозащитные устройства.

Однако по мере развития кинотехники, обусловленного необходимостью расширения выразительных средств кинематографа и его творческих возможностей, появлялись все новые и новые дополнительные устройства и приспособления, входящие в комплект КСА. Это, например, автономные блоки электропривода, приставные ТВ-визеры, устройства электромеханического дистанционного или программного управления параметрами ОПФ и др.

Такой, оснащенный дополнительными, автономными по конструктивному выполнению устройствами КСА можно с полным основанием называть уже *киносъемочной установкой*. Подобной киносъемочной установкой является широко известный комплект аппаратуры для киносъемки с дистанционным управлением КСА, разработанный и изготовленный на киностудии "Ленфильм" [4]. Эта киносъемочная установка состоит из нескольких конструктивно автономных устройств: КСА, дистанционно управляемой панорамной головки с передающей ТВ-камерой (КПТ-20), пульта дистанционного управления КСА с видеоконтрольным устройством, блоком электропитания и телевизионной электроникой (рис. 7.1).

Киносъемочной установкой является также комплект аппаратуры, предназначенный для киносъемок с движущихся транспортных средств и состоящий из КСА, системы виброзащиты и стабилизации его положения в пространстве при обеспечении широких возможностей перемещения и панорамирования, системы дистанционного управления процессом киносъемки и параметрами объектива и др. Такие установки описаны в гл. 4 (установка, разработанная НИКФИ и МВТУ для съемок с вертолета, а также установка "Вэскам" фирмы "Истэк", применявшаяся для киносъемок с движения на Олимпиаде-76). При внедрении в фильмопроизводство такого технологического приема, как контрольная или репетиционная видеозапись, осуществляемая с помощью магнитной записи ТВ-сигнала от передающей ТВ-трубки, тем или иным

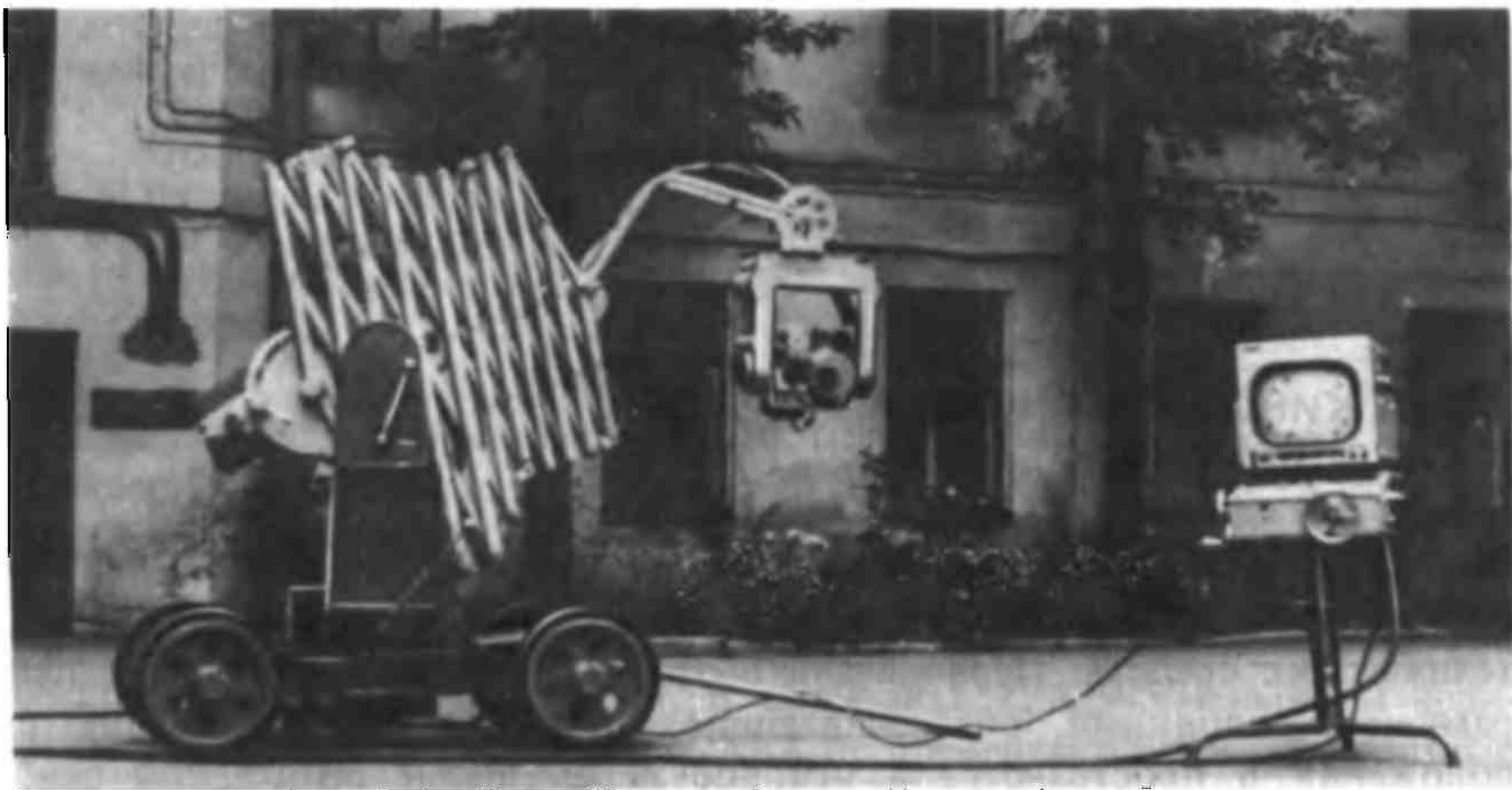


Рис. 7.1. Киносъемочная установка с дистанционным управлением КСА: общий вид (верхний снимок) и пульт оператора с ТВ-монитором (ниже)



образом сочлененной с КСА, появился новый тип — *кинотелевизионная съемочная установка*.

Такая экспериментальная киносъемочная установка с ТВ-визированием и контрольной видеозаписью была создана киностудией "Ленфильм" совместно с ЦКБК НПО "Экран" на основе КСА "Дружба-Т" и стационарного видеомэгнитофона КМЗИ-6 и в 1967 г. применена для съемок в павильоне.

Для осуществления павильонных киносъемок игровых фильмов с возможностью беспараллаксного ТВ-визирования и контрольной видео-

записи в НИКФИ и МКБК была разработана и изготовлена в 1967 г. экспериментальная установка КТУ-67 [185]. В состав установки входили кинотелевизионный аппарат ЗКСС-Т, разработанный на базе КСА ЗКСС, видеомэгнитофон "Кадр-1", передающая ТВ-камера, четыре видеоконтрольных устройства, коммутатор видеосигнала, устройство сигнализации и связи, электропитающее и вспомогательное оборудование.

Более современный образец кинотелевизионной установки для проведения синхронных съемок в павильонах киностудии с применением ТВ-визирования и записью контрольного изображения на магнитной



Рис. 7.2. Передвижная киносъемочная установка "Видеоваген"

ленте был создан на киностудии им. А.П. Довженко под названием "Союз". В состав комплекта вошли: 35-мм КСА УС-3 с беспараллаксной системой оптического и ТВ-визирования и бесконтактным синхронным электроприводом; ТВ-канал (на основе промышленной телевизионной установки ПТУ-28), портативный видеомэгнитофон (ВК-1/2 производства ЛОМО) для контрольной записи изображения на магнитную ленту при киносъемках и во время репетиций; видеоконтрольные устройства для наблюдения на телевизионных экранах изображения непосредственно во время съемки на рабочих местах членами съемочной группы и для контрольного просмотра записей, сделанных на видеомэгнитофоне.

В 1972 г. НИКФИ и киностудия "Ленфильм" создали передвижную кинотелевизионную киноустановку, представляющую собой комплект кинотелевизионного оборудования для съемки фильмов, смонтированный в микроавтобусе и получивший название "Видеоваген" (рис. 7.2) [186]. Он предназначен для съемки игровых фильмов с применением ТВ-визирования и контрольной видеозаписи репетируемого и снимаемого изображения в условиях павильона и экспедиции.

Решение смонтировать установку в автомобиле основано на том, что общее число единиц аппаратуры комплекта велико, поэтому переносить и ежедневно коммутировать и раскоммутировать эту аппаратуру нецелесообразно. Удобнее смонтировать в малогабаритном автобусе в скоммутированном виде основную часть аппаратуры и в нем же перевозить ту ее часть, которая выносится и используется непосредственно на съемочной площадке: кинотелевизионный съемочный аппарат, видеоконтрольные устройства режиссера и оператора, кабели. В комплект аппаратуры "Видеоваген" входят: КСА "Балтика-Т", сконструированный на базе аппарата СК; кинотелевизионный съемочный аппарат ЗКСС-У

(в 1973 г. в комплект включен более легкий натурный кинотелевизионный аппарат); опытный образец ТВ-аппаратуры "Визир"; система коммутации видео- и звуковых сигналов и подключения видеомагнитофона; видеомагнитофон CV-2100 фирмы "Сони"; четыре видеоконтрольных устройства; система громкоговорящей связи со съемочной площадкой; микроавтобус повышенной проходимости УАЗ-452В с системой электропитания, освещения и отопления.

Аппаратура может нормально работать при удалении "Видеовагена" от съемочной площадки до 100 м. Видеоконтрольные устройства могут быть расположены внутри автобуса или вынесены непосредственно на съемочную площадку, где их устанавливают на тележку в местах, наиболее удобных для членов съемочной группы.

Однако все перечисленные комплекты аппаратуры отличаются от комплекта обычной киносъемочной аппаратуры в основном только тем, что позволяют осуществлять ТВ-визирование и контрольную видеозапись. В настоящее же время в связи с дальнейшим совершенствованием технологии и техники фильмопроизводства и расширением комплекта аппаратуры, необходимой для осуществления современного киносъемочного процесса с применением новых технологических приемов и прогрессивных технических решений, становится целесообразным, как это указано в гл. 1, комплексное в широком (полном) смысле оснащение киносъемочной площадки необходимым технологическим оборудованием. В связи с этим важно отметить, что комплексное оснащение киносъемочной площадки — это не просто объединение существующей, необходимой для проведения киносъемок различной аппаратуры (для киносъемки изображения, для записи звука, для видеоконтроля, видеозаписи, электронного монтажа и др.), а создание новых систем, позволяющих наиболее рационально осуществлять киносъемочный процесс. В таких системах используется аппаратура, специально разработанная для функционирования в составе единого *аппаратурно-технологического комплекса*, предназначенного для проведения того или иного вида киносъемки. Поэтому одной из задач совершенствования современного фильмопроизводства является создание аппаратурно-технологических киносъемочных комплексов для съемок фильма различных видов в различных условиях: комплекса для съемок в павильоне, на натуре, для репортажных съемок, для съемок под водой и т.д.

Такой подход позволяет добиться уменьшения массы и габаритных размеров аппаратуры, входящей в состав комплекса, сокращения энергопотребления, улучшения обслуживания сложной современной техники кинематографа. Так как это особенно важно при работе в условиях природы, когда съемочная группа оторвана от основной базы и не может оперативно использовать всю технику киностудии, то первой попыткой разработки киносъемочного комплекса было создание кинотелевизионного комплекса "Славутич" [84], предназначенного для съемок игровых фильмов на натуре.

Для выполнения всех необходимых технологических операций по

съемке на натуре в состав комплекса "Славутич" включены: киносъемочный аппарат "Славутич", телевизионно-оптическое визирное устройство, видеомэгнитофон, несколько телевизионных видеоконтрольных устройств, встроенное экспонетрическое устройство, устройство для записи кодированной служебной информации, система дистанционного и программного управления параметрами объектива, электропривод с электропитанием от автономного источника электроэнергии, звукозаписывающий аппарат с микшерским пультом и микрофонами (обычными и радиомикрофонами), устройство автоматического поиска заданного дубля, усилитель командной связи с радиомикрофоном, средства радиосвязи и ряд вспомогательных электрспитающих и коммутационных элементов.

Конструктивно комплекс состоит из следующих основных частей: КСА и пультов видеоинженера, режиссера и звукооператора.

Важно отметить, что при разработке и изготовлении киносъемочного комплекса "Славутич" был найден и реализован ряд новых для отечественной кинотехники решений, прогрессивных в технологическом отношении, а работа по созданию и эксплуатации комплекса позволила приобрести опыт, необходимый для дальнейшей работы в данном направлении.

7.2. АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КИНОСЪЕМОК ИГРОВЫХ ФИЛЬМОВ НА НАТУРЕ 1КНК

Современный опытный образец аппаратурно-технологического комплекса для съемки игровых фильмов на натуре 1КНК [156, 184]¹, в разработке которого принимали участие НИКФИ, предприятия НПО "Экран", ВНИИТ и ПО "Укркилотехника" Госкино СССР, изготовлен с учетом опыта предыдущих разработок комплексов "Славутич" и "Изофон".

Этот комплекс обеспечивает: выбор объектов съемки и кинопробы актеров с записью изображения и звука на видеомэгнитную ленту; киносъемку обычных и широкоэкранных цветных и черно-белых фильмов на 35-мм киноплёнке однокамерным методом с ТВ-визированием и контрольной магнитной видеозаписью при репетиции и съемке дублей; синхронную запись одноканальных фонограмм на 6,25-мм магнитной ленте; синхронное воспроизведение звука при съемках под фонограмму; экспонетрический контроль снимаемых сцен; звукоусиление команд на съемочной площадке; просмотр и прослушивание рабочего материала, записанного на видеомэгнитной ленте; запись кодированной служебной информации на киноплёнку, магнитную ленту мэгнитофона и видеомэгнитофона (синхронно-адресная разметка всех носителей); контроль-

¹ В настоящее время разработан модернизированный образец комплекса марки 1КНК-М, предусматривающий несколько вариантов комплектаций, что позволяет киностудиям более эффективно использовать эту аппаратуру в зависимости от конкретных условий [156].

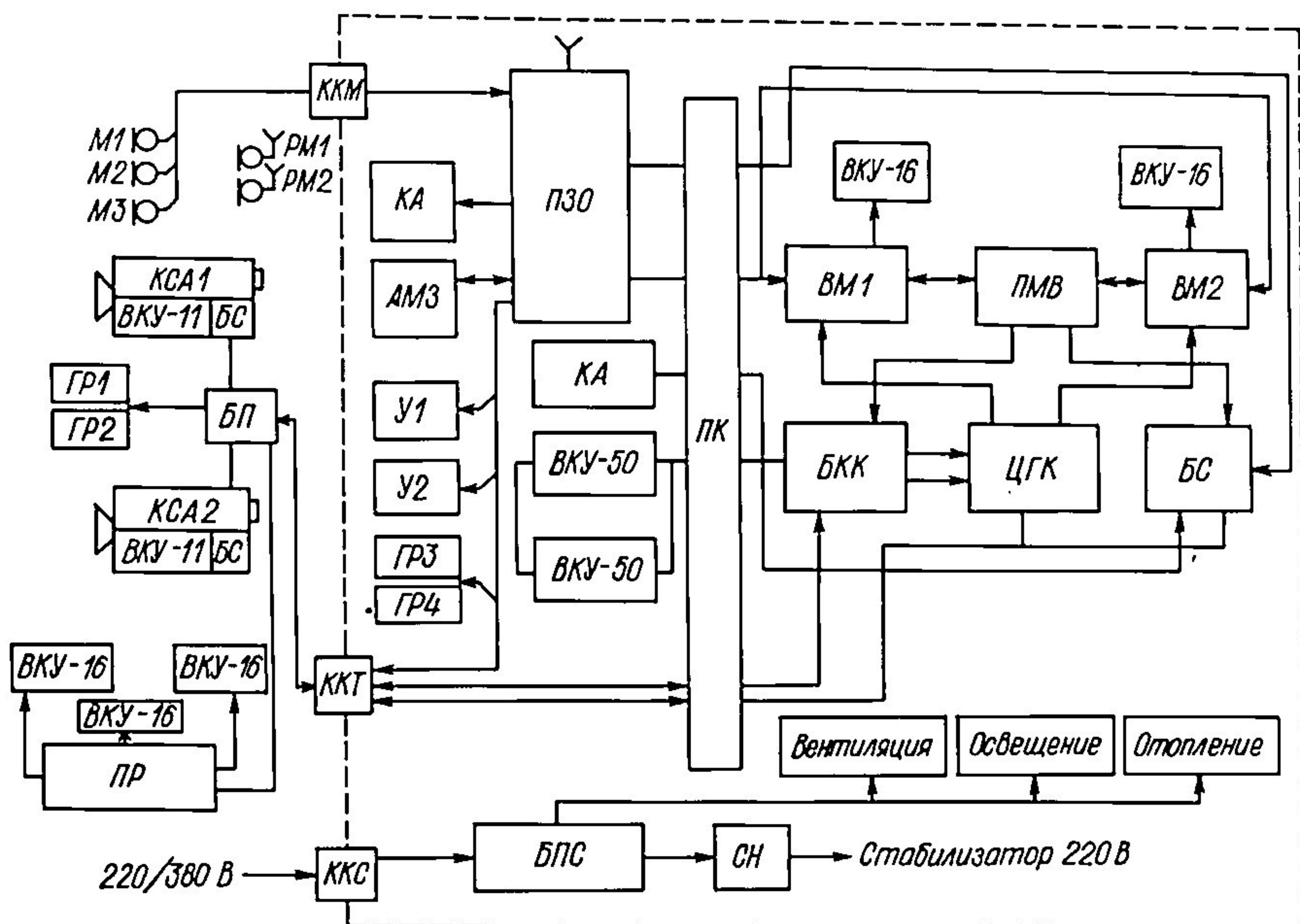


Рис. 7.3. Структурная схема комплекса 1КНК-1М:

М1 – М3 – микрофоны; *РМ1, РМ2* – радиомикрофоны; *КСА1, КСА2* – кинотелевизионные съемочные аппараты; *БС* – блок связи; *ВКУ-11, -16, -50* – видеоконтрольные устройства с диагональю экрана 11, 16 и 50 см соответственно; *ГР1, ГР2* – выносные громкоговорители; *БП* – блок электропитания КСА; *ПР* – пульт режиссера; *ККМ* – катушки кабельные микрофонные; *ККТ* – кабельная телевизионная катушка; *ККС* – катушка кабельная сетевая; *КА* – контрольный акустический агрегат; *ПЗО* – пульт звукооператора; *АМЗ* – аппарат магнитной записи; *У1, У2* – усилители мощности; *ГР3, ГР4* – громкоговорители командной связи; *БПС* – блок сетевого питания; *СН* – стабилизатор напряжения; *ВМ1, ВМ2* – видеомагнитофоны; *ПМВ* – пульт электронного монтажа видеолент; *БКК* – ТВ-блок камерного канала; *ЦГК* – центральный генератор кода; *ПК* – панель коммутации

ное прослушивание фонограмм; проведение предварительного электронного монтажа фильма на магнитной видеоленте; составление монтажного паспорта для дальнейшего монтажа рабочего позитива и негатива фильма; радиосвязь на съемочной площадке (в радиусе 2 км); вспомогательные операции (зарядку аккумуляторов, хранение в надлежащих условиях киноплёнки, магнитной ленты, точной аппаратуры, транспортирование аппаратуры и киносъемочной группы до шести человек к месту съемки и др.).

Комплекс состоит из следующих основных комплектов аппаратуры: кинотелевизионной съемочной, звукотехнической, телевизионной аппаратуры; командно-контрольного пульта режиссера; системы кодирования фильмовых материалов; системы электронного монтажа фильмов на видеоленте; узлов электропитания; вспомогательного технологического оборудования (рис. 7.3).



Рис. 7.4. Пульт звукооператора комплекса 1КНК-1

В комплект кинотелевизионной съемочной аппаратуры входят два аппарата 5КСН. Этот аппарат имеет встроенное экспонометрическое устройство, синхронный кварцованный электропривод, устройство записи кода на киноплёнку, электронный счетчик метража, передающую ТВ-камеру и видеоконтрольное устройство оператора.

В комплект телевизионной аппаратуры входят: передающие ТВ-камеры; видеоконтрольные устройства с диагональю экранов 11, 16 и 49 см; пульт видеоинженера, в котором располагаются осциллограф, центральный генератор кода, блок связи и блок ТВ-канала для обработки и распределения видеосигналов.

В комплект звукотехнической аппаратуры входят: два усилителя для съемки под фонограмму и звукоусиления команд с выходной мощностью по 50 Вт каждый; три микрофона; два радиомикрофона; контрольный акустический агрегат; пульт звукооператора (рис. 7.4), в котором располагаются двухканальный магнитофон, трехходовый микшерский пульт, приемники радиомикрофонов и видеоконтрольное устройство. При съемке под фонограмму один канал магнитофона используется для синхронного воспроизведения фонограммы, а другой — для записи звука.

Командно-контрольный пульт режиссера (рис. 7.5) предназначен для контроля и управления съемочным процессом. Он содержит блок связи, который совместно с блоком связи пульта видеоинженера обеспечивает двухстороннюю связь между режиссером, оператором, видеоинженером и звукооператором, а также прослушивание фонограмм, записанных на видеомагнитофоне во время съемки. На пульте имеются световые индикаторы готовности оператора, видеоинженера и звукооператора к проведению съемки; цифровые индикаторы, показывающие номер кадра и дубля в режиме съемки и воспроизведения видеофонограмм; цифровые индикаторы, показывающие длительность репетируемых и снимаемых дублей в единицах времени (минуты и секунды). На пульт режиссера устанавливается видеоконтрольное устройство с диаго-



Рис. 7.5. Командно-контрольный пульт режиссера комплекса 1КНК-1

налью экрана 16 и 49 см для просмотра режиссером и съемочной группой изображения, записанного на видеоленте.

Важной особенностью данного комплекса является то, что в процессе синхронной съемки к основным технологическим операциям съемки изображения на негативной кинопленке, записи звука и записи изображения и звука на видеомэгнитофоне добавляется операция записи служебной информации в кодированном виде на всех носителях. Вместе с системой электронного монтажа видеозаписей, входящей в состав комплекса, применение кодирования фильмовых материалов позволяет автоматизировать технологический процесс монтажа фильма. Наличие кодовых меток на фильмовых материалах исключает необходимость в применении хлопушки при съемке и других видов разметок, осуществляемых в процессе монтажно-тонировочных работ.

Система электронного монтажа видеозаписей обеспечивает быстрое и автоматическое нахождение необходимого участка изображения; ввод в блок памяти монтажных переходов, их просмотр и корректировку; фиксацию выбранного варианта монтажа; автоматическое составление монтажного паспорта для монтажа рабочего позитива (или негатива), а также оригинала фонограммы.

Как известно, предварительный монтаж проводят параллельно со съемкой фильма, что позволяет оценить перспективность отснятого материала, необходимость досъемок и уточнения композиции планов. В данном комплексе производится предварительный монтаж видеофонограмм, записанных во время съемки.

Комплект оборудования для проведения предварительного монтажа состоит из следующей аппаратуры: двух видеомэгнитофонов VO-2850 фирмы "Сони", двух видеоконтрольных устройств с размером экрана 16 см, одного с размером экрана 49 см, контрольного акусти-

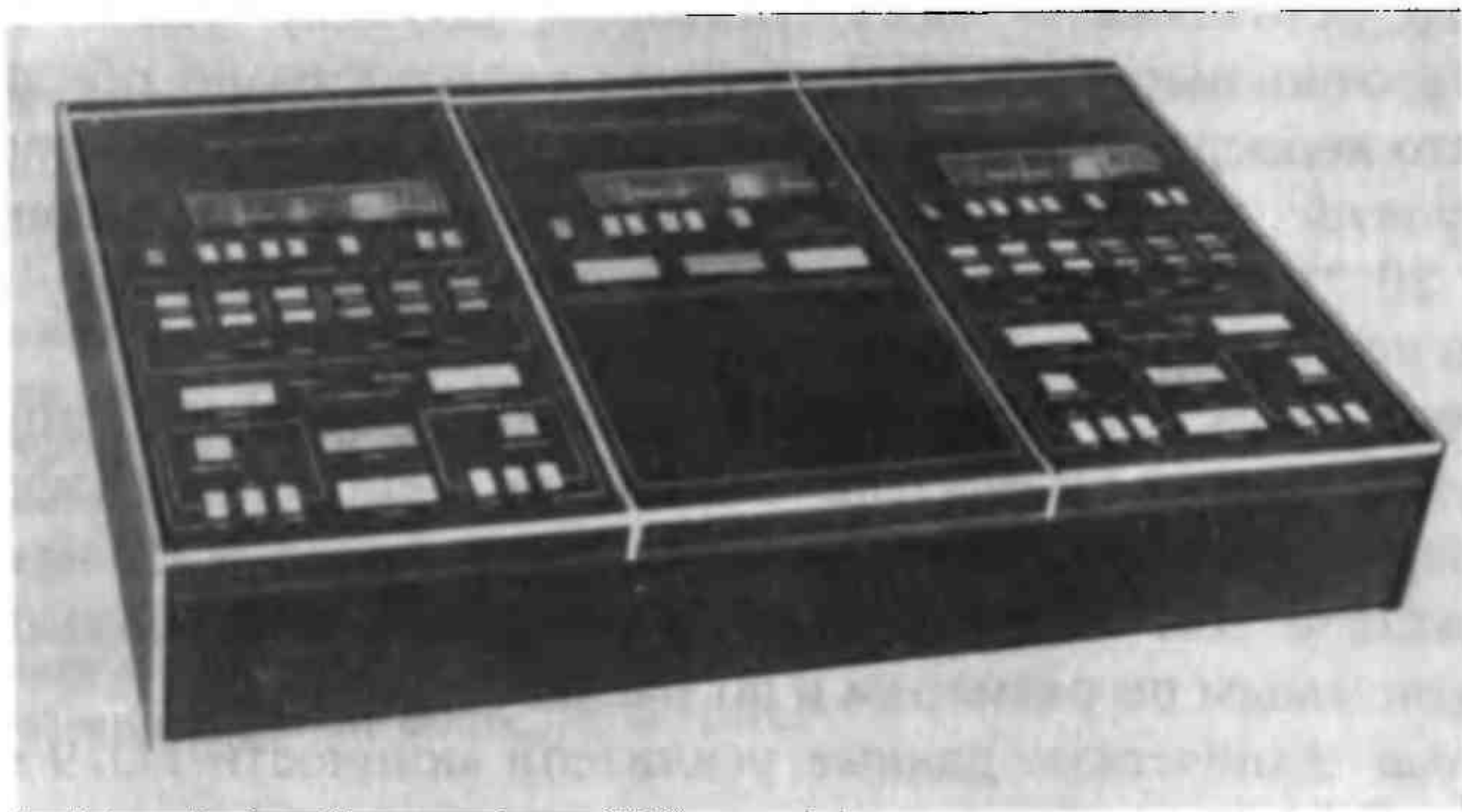


Рис. 7.6. Пульт управления электронным монтажом

ческого агрегата, цифропечатающего устройства, пульта управления электронным монтажом (рис. 7.6).

Монтаж видеофонограмм осуществляется в режимах "Вставка" и "Продолжение" и предусматривает сведение на одну магнитную ленту участков аудиовизуальной информации, в том числе и служебной, в определенной последовательности путем электронного копирования [157]. С помощью пульта управления электронным монтажом можно осуществить следующие операции: автоматическое нахождение и показ нужного дубля кадра и его участка; запоминание начальных и конечных монтажных переходов и их коррекцию; проведение репетиции монтажа с возможностью корректировки ошибки монтажного перехода; проведение записи монтируемой видеофонограммы с кодом в режимах "Вставка" и "Продолжение"; выдачу информации о монтажных переходах на цифропечатающее устройство.

С целью экономии оборудования в условиях экспедиции использованы только два видеомэгнитофона: один для воспроизведения исходного материала, другой — для накопления монтируемого изображения и звука.

Поскольку в комплекте 1КНК используется два усилителя большой звуковой мощности для командной связи и воспроизведения звука при съемке под фонограмму, приведем о них основные сведения.

Переносный усилитель мощности УО59. Усилитель мощности УО59 предназначен для трансляции музыкальных фонограмм и командной связи при репортажных съемках и натурных съемках кинофильмов. Он может также использоваться в качестве контрольного усилителя. Входит в состав комплексов аппаратуры для репортажных съемок 1КРК, для натурных съемок 1КНК и съемок под фонограмму КВЗ-30 (см. работу [156]).

Основные особенности такого усилителя мощности определяются специфическими требованиями к его эксплуатации.

1. Электропитание должно осуществляться как от сети, так и от

автономного источника — аккумуляторов, поэтому усилитель должен иметь достаточно высокий КПД, причем целесообразно обеспечить возможность его непосредственного низковольтного электропитания.

2. Широкий диапазон значений температуры окружающей среды ($-30 \dots + 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) определяет необходимость эффективной стабилизации режима усилителя мощности.

3. Линия нагрузки может быть длинной, возможны короткие замыкания, поэтому в усилителе мощности необходима эффективная защита от перегрузки транзисторов.

4. В связи с тем что усилитель переносный, необходимо выполнение его приемлемым по размерам и по массе.

Основные технические данные усилителя мощности УО59 приведены в табл. 7.1. Для его работы от сети переменного тока служит электропитающее устройство 21В125 (табл. 7.2).

Переносный усилитель мощности УО67. Поскольку элементная база усилителя мощности УО59 устарела, в настоящее время осваивается выпуск нового переносного усилителя мощности УО67 (см. табл. 7.1), который служит для тех же целей, что и усилитель УО59; его также можно использовать в качестве контрольного и применять для решения других задач, возникающих при звуковоспроизведении сигналов большой мощности.

Новый усилитель имеет измененную структурную схему и новое техническое решение некоторых узлов. Для его питания от сети переменного тока служит электропитающее устройство 21В149 (см. табл. 7.2).

Усилитель мощности относится к двухтактным усилителям класса АВ с предварительной обработкой входного сигнала и дополнительными устройствами, обеспечивающими бóльшую надежность по сравнению с усилителем УО59.

Усилитель мощности УО67 обычно получает электропитание от аккумуляторов, а в процессе эксплуатации, особенно в экспедиционных условиях, есть вероятность их инверсного подключения, в результате чего он неизбежно выйдет из строя. Для защиты усилителя при подключении его к источнику электропитания с обратной полярностью напряжения служит специальное устройство. На наличие напряжения при включении усилителя указывает индикатор, свечение светодиодов которого в определенных комбинациях также информирует о диапазонах напряжения источника электропитания. Последнее обстоятельство особенно важно при работе усилителя мощности от аккумулятора, так как при этом можно практически оценить степень его заряда.

Система электропитания комплекса 1КНК построена таким образом, что позволяет осуществить работу как от внешней сети переменного тока 220/380 В трехфазного напряжения или от однофазной сети 200 В, так и от автономных источников питания. Для этого в комплексе предусмотрены сетевой блок питания, преобразующий трехфазное напряжение в однофазное 220 В, технологическая аккумуляторная батарея

Таблица 7.1

Основные технические данные переносных усилителей мощности

Показатель	УО59	УО67
Максимальная выходная мощность, Вт		50
Напряжение питания, В	12–14,5	1 24
Сопротивление нагрузки, Ом		18
Рабочий диапазон частот, Гц	40–12 500	1 31,5–12 500
Неравномерность частотной характеристики, дБ		±3,5
Коэффициент гармоник при максимальной выходной мощности, %, не более, на частоте:		
1000 Гц		1
50 и 10 000 Гц		3
Коррекция частотных характеристик на частотах 100 и 10 000 Гц, дБ	±2, 4, 6, 8, 10, 12	1 +12 (плавная)
Число микрофонных входов		2
Входной уровень микрофонного входа, мВ		3
Число линейных входов		1
Входной уровень линейного входа, В	0,25	0,775; 1,55
Габаритные размеры, мм	385×130×320	1 352×127×310
Масса, кг	13	12

Таблица 7.2

Основные технические данные электропитающих устройств

Показатель	21В125	21В149
Характеристики электропитания (сети однофазного переменного тока) :		
напряжение, В		220±22
частота, Гц		50
Выходное напряжение, В	12	24
Максимальный ток нагрузки, А	10	1 5
Погрешность выходного напряжения, %, не более:		
при изменении напряжения сети ±10 %	±0,25 (при токе нагрузки 8 А)	1 ±1 (при токе нагрузки 5 А)
при номинальном напряжении сети и изменении тока нагрузки	±5 (при изменении тока от 8 А до 0)	1 ±3 (при изменении тока от 4 А до 0)
Пульсации при максимальных напряжениях сети и тока нагрузки, В, не более	0,7	1 0,8
Потребляемый ток при максимальном значении сетевого напряжения и номинальном токе нагрузки, А, не более	1,1	1 1,2
Габаритные размеры, мм	150×130×320	176×150×322
Масса, кг	7,5	1 6,5



а)



б)

Рис. 7.7. Комплекс 1КНК-1: а — техническая аппаратная; б — автобус

50 КНГ/110, зарядное устройство и статический преобразователь напряжения. Последний преобразует постоянное напряжение в однофазное стабилизированное синусоидальное напряжение 220 В. Частота напряжения задается кварцевым генератором и может иметь значения 48 и 50 Гц. При частоте 48 Гц на видеомагнитофонах может производиться запись и воспроизведение изображения с частотой кадров 24 кадр./с.

Вся аппаратура комплекса 1КНК размещена в специальном автобусе на базе автомобиля ЗИЛ-1311 (рис. 7.7, а).

В рабочем салоне (рис. 7.7, б) размещены два видеомагнитофона, пульта видеоинженера и звукооператора, мощные усилители для командной связи и съемки под фонограмму, видеоконтрольное устройство,

а также устройство управления освещением, вентиляцией и отоплением.

В операторском отсеке размещены кинотелевизионные съемочные аппараты, комплект оптики, кассеты, холодильники для хранения негативной киноплёнки, стол для перемотки плёнки, зарядки кассет и профилактики съемочной аппаратуры.

В транспортных отсеках в специальных ячейках располагаются штативы, командно-контрольный пульт режиссера, выносное видеоконтрольное устройство с диагональю экрана 49 см, тележка для пульта режиссера и выносного видеоконтрольного устройства, выносные электроакустические агрегаты для съемки под фонограмму, микрофоны и другое вспомогательное кинотехническое оборудование.

В отсеке электропитания находятся катушки с кабелями для подключения выносного оборудования (микрофонов, командно-контрольного пульта режиссера, выносных электроакустических агрегатов) и для подключения к сети переменного тока. В этом же отсеке размещены блок сетевого питания, статический преобразователь и зарядное устройство для технологических аккумуляторных батарей.

Микроклимат в рабочем и операторском отсеках поддерживается кондиционером КТ-2, а также электрическими и автомобильными отопителями.

7.3. АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕПОРТАЖНЫХ СЪЕМОК 1КРК

Комплекс представляет собой совокупность технических средств, необходимых для производства репортажных киносъемок для хроникально-документальных и научно-популярных кинофильмов. Его можно использовать и для съемки отдельных эпизодов художественных фильмов. Важной особенностью комплекса является то, что он включает в себя технические средства операторского освещения съемочной площадки.

Комплекс обеспечивает: транспортирование киносъемочной группы и комплекта аппаратуры к объекту киносъемки; освещение объекта киносъемки; киносъемку на 35-мм киноплёнку; запись одноканальных фонограмм на 6,25-мм магнитную ленту; командную связь при киносъемке.

Для осуществления этих операций в состав комплекса включены: комплект киносъемочной техники (ручной репортажный КСА 1КСР-1М с электроприводом, штатив, вспомогательные устройства); комплект светотехнической аппаратуры (киноосветительные приборы, штативы для осветительных приборов, электрические кабели, переносное распределительное устройство, бобина для электрического кабеля, запасные лампы для осветительных приборов);

комплект звукотехнической аппаратуры (передвижной комплекс

магнитной записи звука КЗМП-7 с микрофонами и микшерским пультом, усилитель мощности и громкоговорители командной связи, передатчик и приемник системы беспроводной связи на съемочной площадке); специальный автомобиль (микроавтобус с системой электропитания киноосветительных приборов от энергоблока комплекса или от сети переменного тока).

Для освещения объектов съемок установка имеет энергетический узел. Если питание осуществляется от трехфазной сети 380/220 В, то подключение к ней выполняется трехжильным кабелем. Магистральный кабель длиной 50 м для подсоединения к сети, оконцованный разъемами, намотан на кабелеемкости. На распределительном щитке, расположенном в задней части автомобиля, имеются электроизмерительные приборы и разъемы для подсоединения магистрального кабеля питания нагрузки (длиной 25 м, намотанного на вторую кабелеемкость). Осветительные приборы подсоединяются своими трехжильными кабелями к источнику тока посредством распределительного устройства и при транспортировании располагаются на полках верхней части заднего отсека.

Собственная энергосистема 1КРК состоит из однофазного самолетного генератора типа СГО-12, приводимого от двигателя автомобиля. На выходе энергосистемы может быть получена мощность 9–10 кВт при напряжении 220 В и частоте 350–450 Гц.

Напряжение выхода стабилизируется посредством транзисторно-тиристорного устройства.

Установка рассчитана на питание галогенных ламп накаливания в осветительных приборах типа "Марс", но пригодна и для питания осветительных приборов с металлогалогенными лампами и дроссельным балластом, рассчитанным на 400 Гц.

7.4. АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ МНОГОКАМЕРНОЙ КИНОСЪЕМКИ

Хотя в принципе можно осуществить съемку многокамерным методом, пользуясь обычной киносъемочной аппаратурой (взяв, например, три комплекта этой аппаратуры), но преимущества этого метода проявляются в основном при использовании специальной киносъемочной, телевизионной, звукотехнической и другой аппаратуры, образующей аппаратурно-технологический комплекс, предназначенный для проведения киносъемки именно многокамерным методом. Поэтому после первого опыта съемки на киностудии "Мосфильм" телевизионного фильма в 1963 г. аппаратурой без ТВ-визирования, а только с приспособлением для дистанционного пуска — остановки КСА и сигнализацией об этом, в дальнейшем был применен кинотелевизионный комплекс для многокамерной киносъемки "Электроник-жам" [185, 189], состоящий из: трех кинотелевизионных съемочных аппаратов "Видео-Аррифлекс", режиссерского пульта управления с четырьмя видеоконтроль-



Рис. 7.8. Пульт управления комплексом многокамерной киносъемки

ными устройствами (рис. 7.8), видеомэгнитофона фирмы "Сони" EV-310 SE.

Комплекс позволяет вести синхронную съемку тремя съемочными аппаратами на киноплёнку, одновременно осуществляя телевизионный контроль снимаемого изображения и запись этого изображения на магнитную ленту (видеомэгнитофон с двумя мониторами является вспомогательной аппаратурой, без которой может происходить нормальный съемочный процесс).

Видеосигналы от передающих ТВ-трубок съемочных аппаратов поступают по кабелям на режиссерский пульт, с которого после требуемой обработки (усиления, коррекции) подаются на видеоконтрольные устройства.

На пульте управления имеются кнопки управления пуском съемочных аппаратов, два микрофона для командной связи, электронные счетчики метража киноплёнки, переключатель рода работ ("Репетиция", "Съемка", "Контроль"), система управления диафрагмами съемочных объективов, генераторы отметок на магнитной ленте мэгнитофона о работающей съемочной камере, двухсторонние переговорные устройства, телевизионная электроника (синхрогенераторы, видеоусилители, корректоры, генераторы разверток, органы управления режимами передающих трубок, коммутирующие устройства, блоки питания).

На три видеоконтрольных устройства пульта постоянно поступают сигналы с передающих камер, и во время работы имеется изображение сцены, "видимой" съемочным аппаратом. На четвертое устройство сигнал поступает с одного из трех первых только во время съемки или электронного монтажа при репетиции.

На экранах видеоконтрольных устройств режиссер выбирает изображение для съемки и включает соответствующий КСА. По достижении синхронной скорости на звуковой дорожке киноплёнки записываются маркирующие отметки, позволяющие в дальнейшем определить номер аппарата, снимавшего данное изображение, так как каждый аппарат дает свои отметки. Одновременно на служебной второй дорожке 35-мм перфорированной магнитной ленты записываются звуковые сигналы различных для каждого аппарата частот. Так как маркирующие отметки на киноплёнке и звуковые отметки на магнитной ленте различны для трех съёмочных аппаратов, то это позволяет быстро и безошибочно монтировать фильм.

На киностудии "Мосфильм" комплекс "Электроник-кам" был несколько изменен. Так, был использован комплект магнитной записи звука типа КЗМ-17, у которого была изменена скорость движения магнитной ленты (175 мм/с), заменен блок магнитных головок и модернизированы усилители. Также увеличено до шести число микрофонных входов микшерского пульта и повышена их перегрузочная способность, так как это обусловлено особенностями процесса записи звука при многокамерной съемке.

Для удобства эксплуатации комплекса также была смонтирована передвижная стойка-коляска видеозаписи с видеомагнитофоном фирмы "Сони" EV-310 SE и видеоконтрольным устройством, в качестве которого использован телевизор "Рубин".

Для облегчения работы по монтажу фильма и ускорения процесса восстановления последовательности снятых по многокамерному методу сцен на киностудии "Мосфильм" было разработано декодирующее устройство, позволяющее иметь визуальную индикацию отметки аппарата, снимавшего кадр, и прослушивать фонические сигналы одновременно на монтажном столе без воспроизведения фонограммы.

На киностудии "Мосфильм" также была модернизирована схема включения генератора маркирующих сигналов "Электроник-кам" таким образом, чтобы маркирующие сигналы записывались также и при параллельной работе двух или трех КСА, что бывает необходимо при съемках больших массовых сцен.

Отечественный комплекс КТУ-5 был создан в 1975 г. Была предпринята попытка сделать аппаратуру универсальной, т.е. работающей как в многокамерном, так и в однокамерном вариантах. Поэтому комплекс КТУ-5 состоит из трех однокамерных, по составу аппаратуры аналогичных комплексу "Видеоваген". При съемке фильма многокамерным методом три отдельных "Видеовагена" соединяются центральным пультом управления [186].

В съёмочный павильон вводятся только кинотелевизионные аппараты, пульт режиссера и магнитофон с многодорожечной записью (в данном случае комплект КЗМ). "Видеоваген", где расположены блоки телевизионной электроники, видеомагнитофоны, дополнительные видеоконтрольные устройства и др., устанавливаются в коллекторе павильона

или даже на улице, поскольку кабели имеют длину 100 м. В состав комплекса входят: три модернизированных кинотелевизионных аппарата ЗКСС-У; телевизионная аппаратура "Съемка", состоящая из трех телевизионных каналов, аналогичных аппаратуре "Визир"; режиссерский пульт с четырьмя видеоконтрольными устройствами (три канальных и одно выходное); видеоконтрольные устройства съемочной площадки; три портативных видеомэгнитофона фирмы "Сони" EV-320 SE, допускающие электронный монтаж; модернизированный шестиканальный магнитофон типа КЗМ-17 для записи звука и маркерных кодовых сигналов; пусковые устройства для съемочных аппаратов.

В кинотелевизионных аппаратах предусмотрено нанесение меток на киноплёнку, соответствующих номерам аппарата, плана, дубля. Такое же изображение номера дубля передается на видикон передающей камеры и фиксируется в начале каждой видеозаписи.

Магнитофон записи звука является одновременно командным устройством, с помощью которого переключаются видеосигналы от видеомэгнитофонов при репетиции, съемке, просмотре.

В комплексе КТУ-5 принята следующая система контрольной видеозаписи. Во время репетиции или съемки все три видеомэгнитофона работают одновременно и синхронно. Каждый видеомэгнитофон записывает изображение, показываемое или снимаемое присоединенным к нему кинотелевизионным аппаратом. Если режиссер провел монтаж во время съемки, то смонтированная им последовательность планов (при репетиции и съемке) изображается на четвертом ВКУ, которое служит для просмотра монтажа.

При переключении съемочных аппаратов режиссер нажимом соответствующих кнопок посылает команды устройству, управляющему включением маркерных меток на соответствующих дорожках многоканального магнитофона КЗМ-17, так что последовательность монтажа записывается на магнитной ленте.

Когда нужно просмотреть смонтированную последовательность планов, видеомэгнитофоны и магнитофон по команде с пульта устанавливаются в исходное положение. По команде на воспроизведение все три видеомэгнитофона начинают воспроизводить записанное изображение, а переключение сигналов с разных видеомэгнитофонов производится автоматически по командам, считанным со служебных дорожек магнитофона, где записаны маркерные отметки.

Такая система видеозаписи и предварительного монтажа удобнее системы, когда монтаж на видеомэгнитофоне осуществляется сразу путем перезаписи на одну ленту. В последнем случае теряются куски видеозаписи, не вошедшие в отобранную последовательность планов, и введение поправок в проведенный монтаж практически невозможно. Монтаж по системе КТУ-5 позволяет сохранять всю видеозапись с "нахлестами", и режиссер может после чернового монтажа провести чистовой, пользуясь видеозаписью и переписывая затем команды на переключение маркерных сигналов в другие места. Окончательный вариант монтажа можно переписать уже на одну видеоленту.

7.5. АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДВОДНЫХ КИНОСЪЕМОК

Все подводное оборудование должно изготавливаться с учетом особенностей киносъемки под водой: преломления, рассеяния и поглощения света в водной среде и изменения его спектрального состава; наличия давления и гидродинамического сопротивления воды; возможности коррозии металлов; необходимости быстрой перезарядки аппарата и автономности его электропитания и т.д.

Особенностью подводной киносъемки является также то, что обычно пользуются более короткофокусными объективами. Наиболее подходящими являются специальные гидрообъективы (например, "Гидро-руссар"), в которых компенсируются искажения, вносимые в воде иллюминатором бокса.

В качестве КСА можно использовать различные профессиональные аппараты, помещенные в водонепроницаемый бокс. Но следует учитывать, что для работы с аппаратом в боксе нужно переделать оптическую систему лупы фокусирования, чтобы получить систему с более удаленным выходным зрачком [62]. Кроме того, зеркальный обтюратор либо должен автоматически при остановке камеры устанавливаться в положение "Визирование", либо в боксе должна быть предусмотрена ручная регулировка положения обтюратора.

Другим вариантом является применение специального КСА без отдельного водонепроницаемого бокса, т.е. так называемого *аппарата с самобоксированием*.

Целесообразным является применение при подводной киносъемке ТВ-визира, так как вследствие ослабления и рассеяния света в водной среде наблюдаемое через окуляр лупы изображение подводных объектов имеет пониженную яркость и малый контраст. Этот недостаток еще усиливается тем, что кинооператору-подводнику приходится рассматривать изображение в лупе визира кинокамеры сквозь стекло своей маски, стекло иллюминатора бокса и слой воды между ними.

В составе подводного киносъемочного комплекса необходимы также определенные подводные транспортные средства, обеспечивающие перемещение кинооператора и кинотехнического оборудования под водой при смене объекта и места съемки или поиске подводных объектов.

В соответствии с изложенным в состав экспериментального комплекса для подводных киносъемок, разработанного НИКФИ совместно с киностудиями и НПО "Экран", включены (рис. 7.9): камеры 1КСР-2М и 1СКЛ с водонепроницаемыми боксами; подводные осветительные приборы "Скат-300", "Эффект-100" и др.; штативы для киносъемочной и киноосветительной аппаратуры 1ПШТ, ПУШ, 1ПШЯ; мини-кран "Поплавок"; устройство для дистанционного управления головкой штатива; устройство для ТВ-визирования; средства экспонетрического контроля; подводное переговорное устройство; подводные транспортные



Рис. 7.9. Схема комплекса технических средств для подводных киносъемок

Рис. 7.10. КСА в боксе для подводной киносъемки

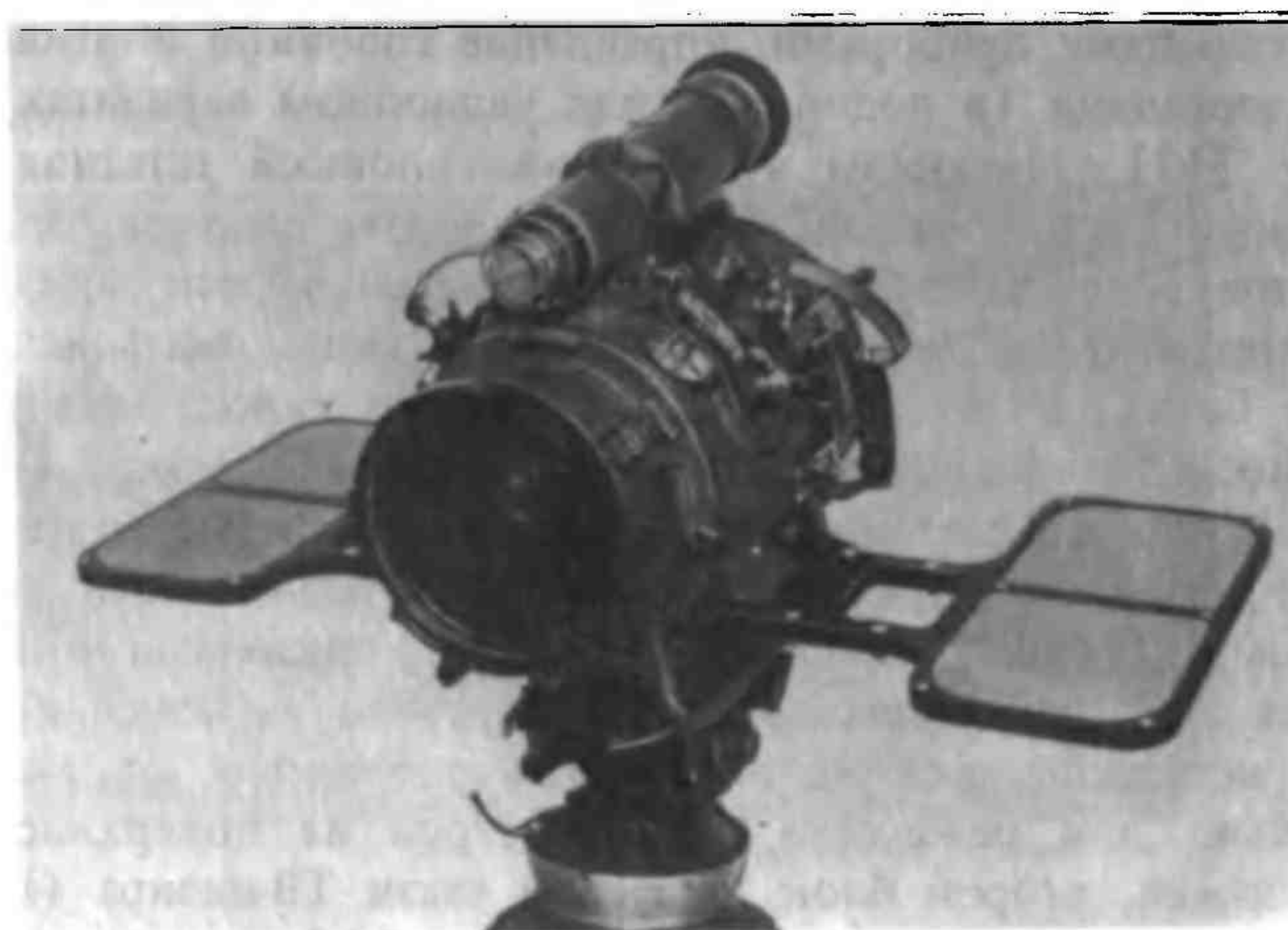
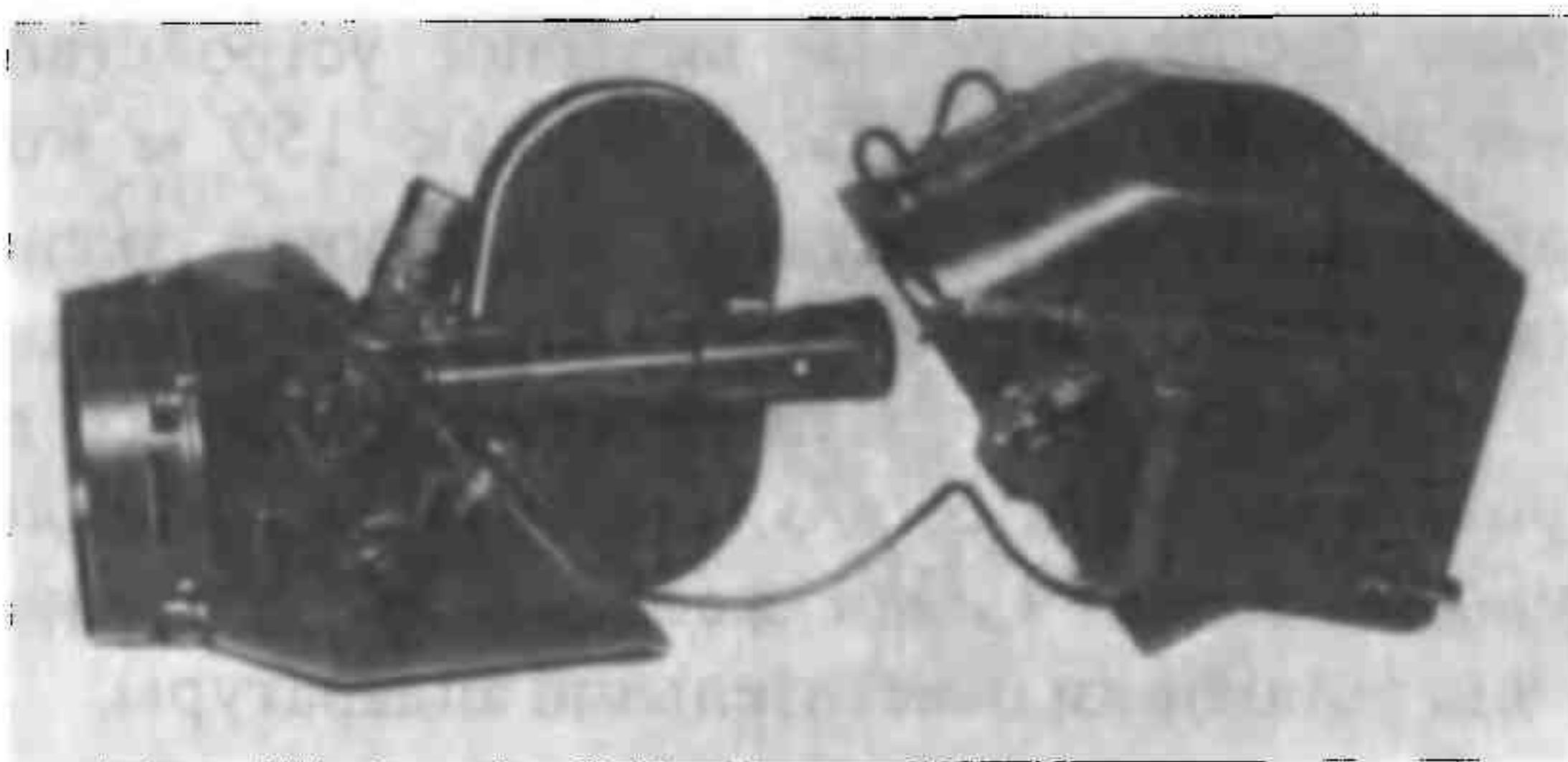


Рис. 7.11. Подводный КСА 1КСВ-Т

средства; средства электропитания подводного оборудования; надводные транспортные средства.

Боксы для камер 1КСР-2М и 1СКЛ изготовлены из устойчивого к действию морской воды металла, на который нанесено специальное защитное покрытие (рис. 7.10). На наружную часть корпусов боксов выведены рукоятки соответствующих механизмов управления (механизма фокусирования, диафрагмирования и т.п.). Имеются соответствующие иллюминаторы (для съемочного объектива, для наблюдения снимаемого изображения через лупу, для контроля показаний тахометра, счетчика метража киноплёнки, глубиномера, часов и др.).

Внутри бокса предусмотрено также место для размещения устройства ТВ-визирования, аккумуляторов, а также емкостей с компонентами для устранения влажности и кислородно-водородных испарений аккумуляторов.

Разработан также новый облегченный бокс из стеклопластика, имеющий массу вместе с ручным КСА порядка 20 кг. Кроме использования обычного КСА, заключенного в водонепроницаемый бокс, возможно и другое решение — сделать сам КСА водонепроницаемым. Разработан первый отечественный КСА с частично герметичным корпусом 1КСВ-Т (рис. 7.11), предназначенный для съемок на глубине до 30 м. Аппарат имеет беспараллаксное визирное устройство (как оптическое, так и телевизионное), кассеты емкостью 150 м коаксиального типа, широкий набор съемочной оптики, встроенное экспонометрическое устройство. Масса аппарата в воздухе 42 кг, в воде порядка 13 кг.

Сведения об осветительных приборах для подводных киносъемок приведены в гл. 5, а о штативах для крепления киносъемочной аппаратуры — в гл. 4. Эти же штативы — тренога и якорь — используются и для установки осветительной аппаратуры.

Используется также дистанционно управляемый штатив (рис. 7.12), который опускают на дно вместе с укрепленным на нем боксом с КСА или осветительными приборами. Управление головкой штатива производится на расстоянии (в подводном или надводном вариантах) с пульта управления [67]. Механизм управления головкой штатива заключен в герметичный корпус, укрепленный на треноге штатива. Электропитание приводов головки штатива осуществляется от аккумуляторов, которые крепятся также к треноге штатива и могут быть использованы в качестве балласта. Наблюдение за объектом киносъемки ведется на экране выносного ТВ-визира. Передающая часть ТВ-визира [на видеоконе ЛИ-428] располагается внутри бокса кинокамеры, а приемная (на основе телевизора-приставки "Квант" с кинескопом 16ЛК1Б) в виде отдельного блока, имеющего водонепроницаемый корпус. Этот блок может либо закрепляться непосредственно на боксе с кинокамерой, либо использоваться на некотором расстоянии от кинокамеры. Дополнительно для режиссера, находящегося на поверхности, может быть подключен второй блок приемной части ТВ-визира (ВКУ). Подводный мини-кран "Поплавок" показан на рис. 7.13.

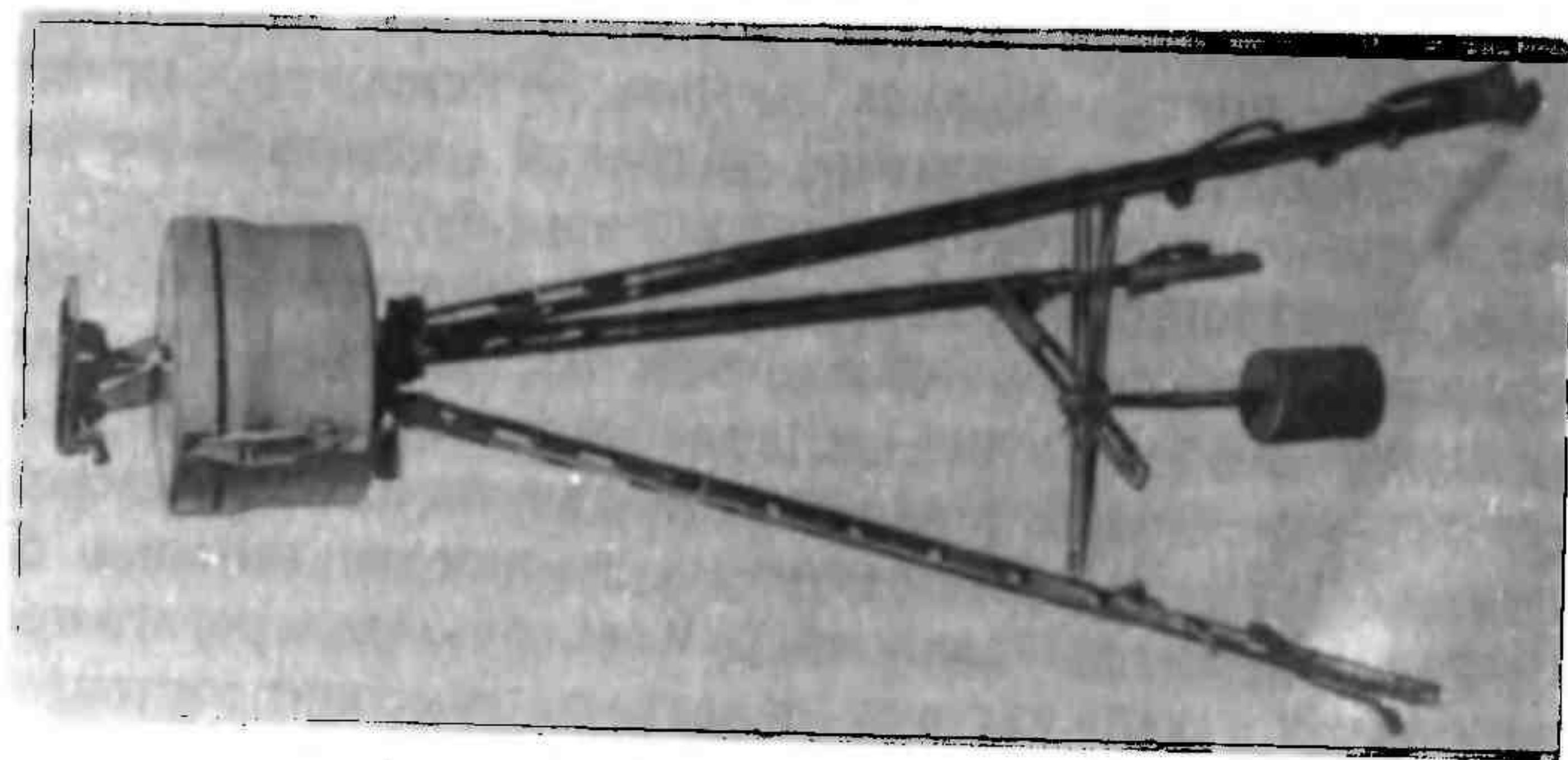


Рис. 7.12. Подводный штатив с дистанционно управляемой панорамной головкой

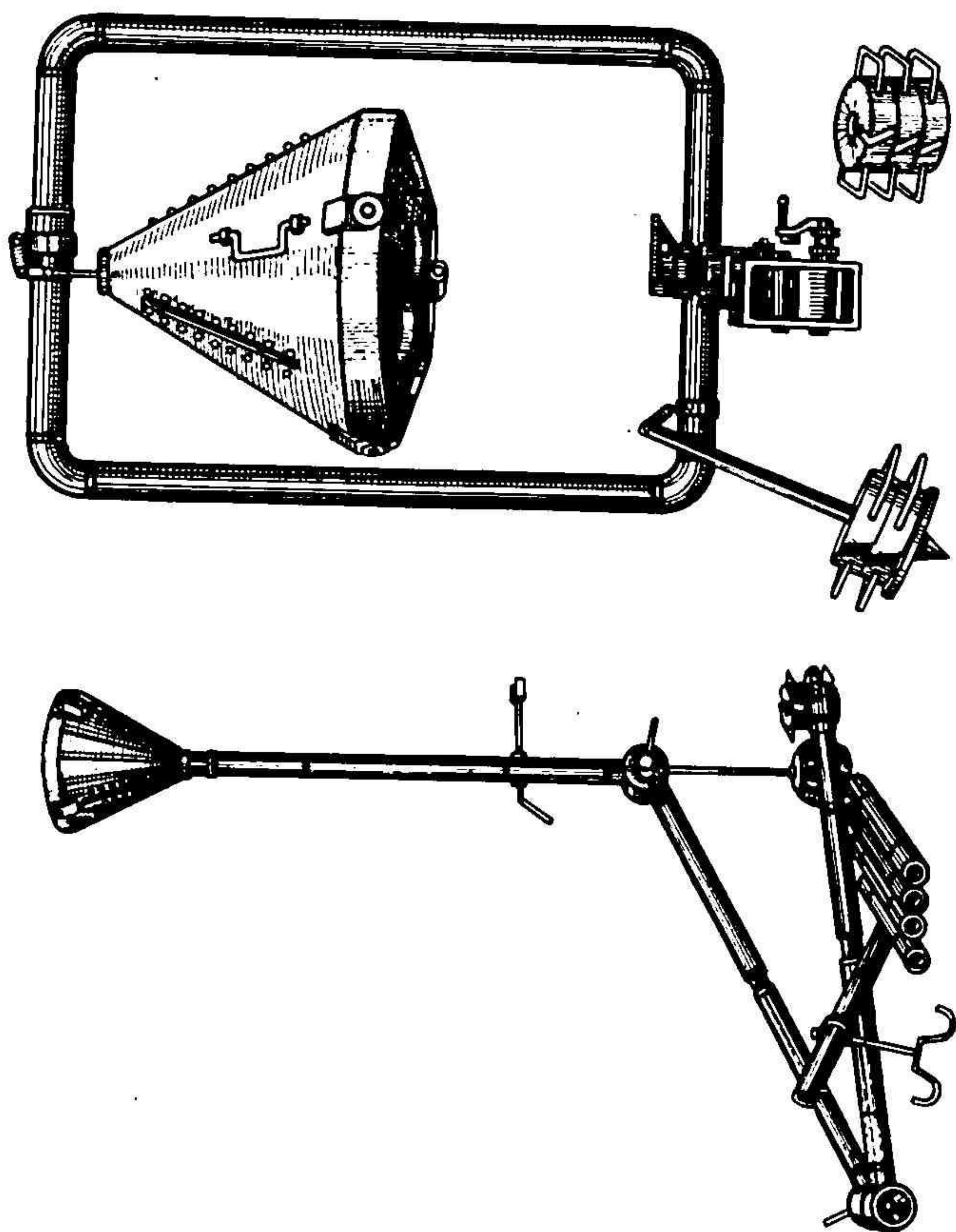


Рис. 7.13. Подводный мини-кран "Поплавок" (слева) и штатив-якорь (справа)

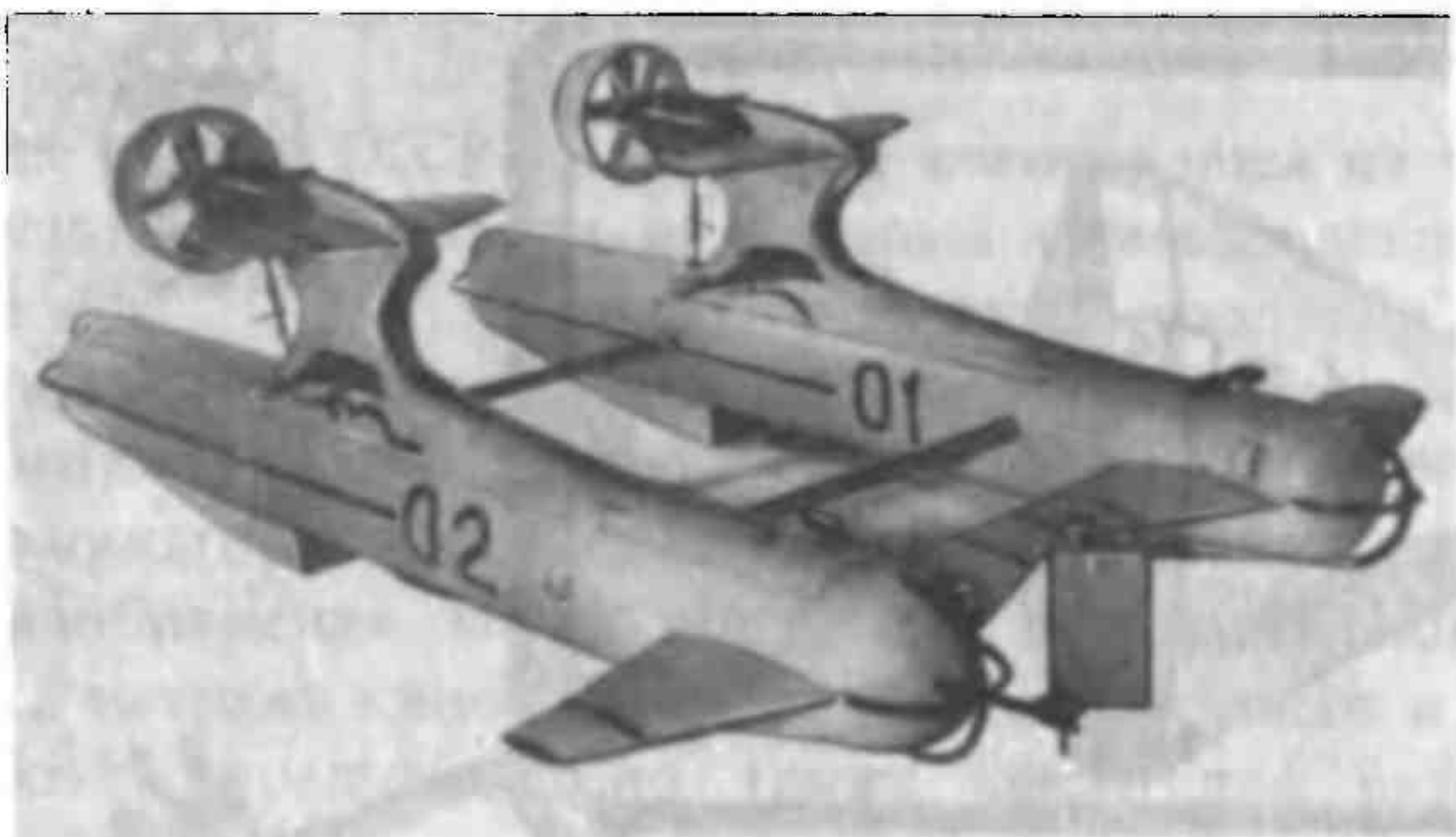


Рис. 7.14. Подводный буксировщик

Для обеспечения подводной беспроводной связи между подводниками и надводной базой в составе комплекса предусмотрено подводное приемно-передающее переговорное устройство, работающее на ультразвуковых волнах с амплитудной модуляцией. В качестве преобразователя применяется микрофон типа ДЭМШ. Для прослушивания сигналов в надводном положении используются телефоны обычного типа (например, ТОН-2) или громкоговоритель, под водой — телефоны с костной проводимостью (остеофоны). Разрабатывается (в ЛИКИ) также система подводной связи при помощи аппаратуры, излучающей звуковые колебания непосредственно в воду. Эта система состоит из микрофона, усилителя, подводного излучателя и источника питания. Приемная часть в этой системе связи отсутствует, так как используется непосредственно чувствительность органа слуха человека.

В качестве подводного транспортного средства для данного комплекса в НИКФИ изготовлен специальный буксировщик (рис. 7.14), предназначенный для транспортировки под водой кинооператора, буксированного КСА, двух светильников типа "Скат" и другого вспомогательного кинотехнического оборудования. В случае необходимости этот буксировщик может быть использован для проведения киносъемки с движения или дальнего поиска объекта съемки. Буксировщик пригоден для использования в качестве двигателя надувной резиновой лодки, а также в качестве аварийно-спасательного средства и т.д.

Агрегат для электропитания подводного оборудования обеспечивает электроэнергией осветительные приборы, систему ТВ-визирования и дистанционного управления, а также зарядку аккумуляторов. Он состоит из генератора тока, бензинового двигателя, пяти понижающих трансформаторов (230/30 В), используемых в системе питания осветительных приборов, и блока выпрямителей. Конструкция агрегата предусматривает установку и крепление его на автомашинах или соответствующих плавательных средствах.

Приведенные в книге данные свидетельствуют о том, что современный киносъемочный процесс обеспечивается весьма многочисленными и сложными техническими средствами, которые находятся в постоянном развитии в соответствии с растущими требованиями художественно-творческого процесса.

Совершенствование технических средств осуществляется как за счет улучшения конструкций, применения новых материалов и элементов с лучшими техническими и эксплуатационными характеристиками, так и за счет использования новейших достижений в области электроники, автоматики, телевизионной и вычислительной техники.

Под влиянием этих достижений традиционные технические средства киносъемочного процесса претерпевают столь радикальные изменения, что, например, современный КСА, оснащенный различными дополнительными, в том числе автоматическими, устройствами, весьма существенно отличается от КСА, выпускавшегося 10—15 лет назад.

Всего несколько лет назад появились и быстро совершенствуются различные устройства, компенсирующие тем или иным образом колебания КСА при съемке с движения. Изготовление таких сложных устройств стало возможным только в результате использования новейших достижений техники точного приборостроения и электроники. В частности, описанное гироскопическое устройство стабилизации и управления положением КСА системы НИКФИ, МВТУ, МКБК не только обеспечивает проведение высококачественной киносъемки с движущихся транспортных средств, но и создает предпосылки для коренного изменения процесса работы на съемочной площадке, в павильоне за счет комплексного автоматизированного управления сложным движением КСА и осветительных приборов [42].

Совершенствование операторского освещения киносъемочной площадки осуществляется как за счет использования новых видов источников света, в частности металлогалогенных или оловогогалогенных ламп, так и за счет разработки рациональной номенклатуры и новых конструкций осветительных приборов и вспомогательных элементов к ним для обеспечения операторского освещения в павильоне, на натуре, при репортажных и специальных киносъемках [68, 71], а также за счет применения рациональных систем управления операторским освещением [94, 151].

Технические средства, обеспечивающие ТВ-визирование и репетиционную и контрольную магнитную видеозапись при киносъемке, способ-

ствуют улучшению организации киносъемочного процесса, повышению производительности и качества труда съемочной группы при расширении художественно-творческих возможностей.

Одновременно с этим использование технических средств ТВ-визирования, магнитной видеозаписи и электронного монтажа можно считать определенным промежуточным этапом перехода к электронным методам киносъемки, что явилось бы коренным изменением традиционного оптико-механического кинематографа.

Съемка кинофильмов с помощью ТВ-камер и видеоманитофонов вместо КСА устраняет ряд ограничений в осуществлении процесса киносъемки за счет следующих преимуществ: бесшумности; более высокой светочувствительности; меньших искажений цветопередачи за счет сокращения числа преобразующих звеньев; возможности введения электронной коррекции для уменьшения искажений, возникающих в канале передачи изображения; широких возможностей создания сложных комбинированных кадров; значительного упрощения монтажа фильма.

Повышение качественных показателей ТВ-аппаратуры и аппаратуры магнитной видеозаписи позволит в будущем приступить к реализации электронного съемочного процесса.

Приведенные данные по известным в настоящее время киносъемочным комплексам показывают, что это направление успешно развивается, так как способствует повышению эффективности использования в киносъемочной процессе всех участвующих в нем технических средств. В перспективе все виды киносъемок будут обеспечиваться за счет использования специально разработанных киносъемочных комплексов, выполненных с учетом достижений научно-технического прогресса.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматическая наводка на резкость // Техника кино и телевидения. 1977. № 11. С. 85.
2. Автоматическая установка для съемки эффектов // Техника кино и телевидения. 1980. № 10. С. 70–71.
3. Агафонов Б.И., Герчиков А.С. Фотографическая цветность съемочных объективов с многослойными просветляющими покрытиями // Оптико-механ. пром-сть. 1980. № 4. С. 3–6.
4. Александер И.Н., Плинер А.Н. Телевизионное визирование и контрольная видеозапись при производстве художественных фильмов // Техника кино и телевидения. 1974. № 10. С. 16–22.
5. Амлинская Л.И., Бургова Е.В., Юдин М.Г. Профессиональные головные телефоны // Техника кино и телевидения. 1983. № 1. С. 19–24.
6. Ананьев В.А. О технике, работающей в искусстве // Техника кино и телевидения. 1983. № 12. С. 28–32.
7. Антипин М.В., Романов В.Ф. 117-я конференция SMPTE // Техника кино и телевидения. 1976. № 7. С. 77–82.
8. Ардашников Б.М. Особенности изображения перспективы объективами с переменным фокусным расстоянием // Техника кино и телевидения. 1979. № 1. С. 34–35.
9. Ардашников Б.М., Бондзинский Е.К. Некоторые особенности эксплуатации современной киносъемочной оптики // Техника кино и телевидения. 1985. № 6. С. 54–57.
10. Ардашников Б.М., Бондзинский Е.К. Современные тенденции и перспективы развития кинооптики // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 27.
11. Артишевский В.И., Баранчук Л.Е., Суковицин Н.М. Коррекция диафрагмы вариообъективов повышенной кратности // Техника кино и телевидения. 1981. № 9. С. 43–45.
12. Артюшин Л.Ф. Технические средства в изобразительном решении цветного фильма // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 8–13.
13. Артюшин Л.Ф., Винокур А.И. Лабораторные основы операторской экспонетрии // Тез. докл. 9-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1987. С. 62–63.
14. Ахвледиани Л.Б. О киносъемке фильма "Твой сын, Земля" // Техника кино и телевидения, 1981. № 6. С. 25–29.
15. Бабенко В.А., Буравцев А.В. Антивибрационная балансирная опора для проведения киносъемок с вертолетов // Техника кино и телевидения 1976. № 1. С. 33–34.
16. Барский И.Д., Мирошников А.И. Киносъемочному аппарату "Конвас-автомат" – 30 лет // Техника кино и телевидения. 1985. № 1. С. 53–57.
17. Бедеров В.М. Электроприводы профессиональной киносъемочной аппаратуры // Техника кино и телевидения. 1977. № 7. С. 72–77.
18. Белинский А.А. Будущее за видеофильмами // Техника кино и телевидения. 1984. № 6. С. 55–56.

19. Бернштейн Н.Д. Техника киносъемки на Всемирных Олимпиадах // Техника кино и телевидения. 1978. № 11. С. 74–79.
20. Борисов Е.Н., Бычко Е.Г., Гордеев В.Ф. Ручной киносъемочный аппарат "Кинор 16Р" // Техника кино и телевидения. 1983. № 7. С. 21–22.
21. Бутовский Я.Л. Операторское искусство сегодня и некоторые задачи техники и технологии кинопроизводства // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 6–7.
22. Бутовский Я.Л., Вигдорчик И.В. Технология монтажа кинофильмов. М.: Искусство, 1968. 128 с.
23. Бутовский Я.Л., Месхиев Д.Д. Тенденции развития операторского искусства и кинотехники // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 3–6.
24. Бычков Е.П. Киносъемочная аппаратура. М.: Искусство, 1960. 64 с.
25. Ванунц Э.Г. Проблемы творческого звукового решения кинофильмов // Техника кино и телевидения. 1985. № 1. С. 35–41.
26. Варгафтиг М.Г., Пелль В.Г., Сахаров А.А. Справочник кинооператора. М.: Гослитиздат, 1947. 324 с.
27. Вариобъектив 15X9: Проспект фирмы Angenieux (Франция) // Техника кино и телевидения. 1980. № 10. С. 70–71.
28. Вариобъективы для камер цветного ТВ // Техника кино и телевидения. 1981. № 12. С. 67–68.
29. Вейзе Г. Киносъемочная камера / Пер. с нем. М.: Иностран. лит-ра, 1958. 498 с.
30. Визуальный контроль и регулирование экспозиции в кинотелевизионной аппаратуре / А.К. Фейст, С.И. Никитин, Ю.М. Британ и др. // Техника кино и телевидения. 1975. № 1. С. 7–13.
31. Владимиров А.Г., Степанов П.Б. Как снимался фильм-сказка "Черная курица" // Техника кино и телевидения. 1982. № 4. С. 33–36.
32. Волосов Д.С. Фотографическая оптика. М.: Искусство, 1978. 543 с.
33. Временной и монтажный код SMPTE и его применение в фильмопроизводстве // Техника кино и телевидения. 1984. № 12. С. 63.
34. Временной код на киноплёнке // Техника кино и телевидения. 1984. № 12. С. 62–63.
35. Высоцкий М.З. Магнитная звукозапись кинофильмов. М.: Искусство, 1960. 288 с.
36. Высоцкий М.З., Комар В.Г. Новое в кинотехнике и кинотехнологии // Техника кино и телевидения. 1974. № 5. С. 70–82.
37. Выставка "Оптика-77" // Техника кино и телевидения. 1978. № 2. С. 50–63.
38. Вышинский В.М., Поташников А.И., Трусско В.Л. Аппаратурно-технологический комплекс для киносъемок игровых фильмов // Тр. НИКФИ. 1975. Вып. 78. С. 5–20.
39. Гантман Ю.С. Прогресс кинотехники и развитие изобразительного киноязыка // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 5.
40. Гельперн Г.А., Карпов И.В. Синхронная работа магнитофона с киносъемочным аппаратом // Техника кино и телевидения. 1980. № 10. С. 11–16.
41. Гельперн Г.А., Карпов И.В. Портативные магнитофоны для синхронной записи звука // Киноаппаратура. Вып. 9. Л.: ЦКБК, 1976. С. 45–55.
42. Гиростабилизатор киноаппарата для съемки с движения / В.Л. Будкин, Ю.И. Меламед, В.Б. Мунькин, В.В. Фатеев // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 22–25.
43. Глотова Л.М., Курицин А.М., Новик Ф.С. Об измерении фотографической цветности киносъемочных объективов // Техника кино и телевидения. 1972. № 3. С. 20–24.
44. Глотова Л.М., Кривовяз А.Л. Объективы для киносъемки 35-мм фильмов // Техника кино и телевидения. 1982. № 5. С. 57–64.
45. Голод И.С. Киносъемочная аппаратура. М.: Госкиноиздат, 1951. 192 с.

46. Голостенев Г.А., Хахилева Р.С., Андреева Е.А. Компактные МГЛ с улучшенными цветопередающими свойствами // Тр. НИКФИ. 1984. Вып. 120. С. 50–60.
47. Гордеев В.Ф., Местковский С.Г., Офицеров Л.И. Влияние качества киноплёнок на параметры киносъёмочной аппаратуры // Техника кино и телевидения. 1984. № 11. С. 19–23.
48. Гордеев В.Ф., Торочков В.Ю. Современные тенденции развития киносъёмочной аппаратуры и оптики // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 24–26.
49. Гордийчук И.Б. Советская киносъёмочная аппаратура. 2-е изд., М.: Искусство, 1974. 352 с.
50. Гордийчук И.Б., Пелль В.Г. Справочник кинооператора. М.: Искусство, 1979. 440 с.
51. Гордийчук И.Б., Снятиновская Л.Ф. Техника съёмки в искусстве оператора. М.: Искусство, 1983. 303 с.
52. Гребенников О.Ф. Киносъёмочная аппаратура. Л.: Машиностроение, 1971. 352 с.
53. Гребенников О.Ф. Основы записи и воспроизведения изображения. М.: Искусство, 1982. 239 с.
54. Григорьев В.И. Операторские устройства для киносъёмки с движения // Техника кино и телевидения. 1978. № 6. С. 47–51.
55. Григорьев В.И. Операторские транспортные средства и опоры // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 31–34.
56. Гриненко Э.Н., Кузнецов Ю.М. Комплект аппаратуры КЭП-15 // Техника кино и телевидения. 1984. № 2. С. 12–14.
57. Друккер С.А., Зеленер М.Ф. Разработка экспонетрических устройств профессиональных киносъёмочных аппаратов // Тез. докл. 5-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Кинотехнические средства в изобразительном решении фильма". М.: Госкино СССР, 1979. С. 26–27.
58. Друккер С.А., Черниловская Г.З. Операторские спектрометры (измерители цветовой температуры) // Техника кино и телевидения. 1976. № 11. С. 78–83.
59. Дягилева А.В., Торочков А.В. Гирооптический объектив // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 39–41.
60. Егоров В.К. Устройство "Горизонт" для съёмки с движения // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 25–28.
61. Елхов Ю.А. Изобразительное решение фильма "Культипоход в театр" // Техника кино и телевидения. 1983. № 11. С. 24–27.
62. Емельянов Г.Ф. Аппаратура и технические средства для подводных киносъёмок // Тез. докл. 5-й Всесоюз. научно-техн. конф. М.: Госкино СССР, 1979. С. 93–94.
63. Ершов К.Г. Технология фильмопроизводства: Учеб. пособие. В 2 ч. Л.: ЛИКИ. Ч. 1: Съёмочный процесс. 1982. 60 с. Ч. 2: Монтажно-тонировочные работы. 1983. 68 с.
64. Ершов К.Г., Чижевский Ю.Г. Синхронизация и запись служебной информации в съёмочном аппарате и магнитофоне // Тез. докл. 1-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Электроника в кинематографии". М.: Госкино СССР, 1974. С. 20.
65. Звуковая зеркальная кинокамера для 16-мм киноплёнки TGX // Техника кино и телевидения. 1975. № 12. С. 77.
66. Звуковая кинокамера с радиомикрофоном // Техника кино и телевидения. 1976. № 4. С. 82.
67. Зеленин И.Г., Павлотос В.П. Комплекс аппаратуры для подводных киносъёмок Ялтинской киностудии // Техника кино и телевидения. 1982. № 4. С. 57–62.
68. Земцова Н.Ф., Семенихин Н.Т. Киноосветительные приборы с металлогалогенными лампами // Техника кино и телевидения. 1978. № 3. С. 72–76.
69. Земцова Н.Ф., Курицын А.М., Семенихин Н.Т. Подводные киноосветительные приборы // Техника кино и телевидения. 1979. № 7. С. 16–17.
70. Информационное табло для видеоискателя кинокамеры СР-16R // Техника кино и телевидения. 1975. № 12. С. 77.

71. Ирский Г.Л. Современные осветительные системы киносъемок и телевизионных передач. М.: ЦООНТИ, 1982. 64 с. [Обзорн. инфор. № 5 (55)].
72. Ихо А. На киностудии Эстонии // Техника кино и телевидения. 1982. № 9. С. 29–33.
73. Каким должен быть профессиональный 35-мм киносъемочный аппарат / В.Ф. Гордеев, О.Ф. Гребенников, В.В. Коваленко, В.Л. Трусьюко // Техника кино и телевидения. 1976. № 6. С. 3–8.
74. Катадиоптрический объектив // Техника кино и телевидения. 1984. № 2. С. 74.
75. Квалиметрия в кинематографии // Тр. НИКФИ. 1978. Вып. 93. 130 с.
76. Кинокамера H16EL для 16-мм киноплёнки: Проспект фирмы Volex (Швейцария) // Техника кино и телевидения. 1981. № 10. С. 69.
77. Кинословарь. М.: Сов. энциклопедия, 1966. 976 с.
78. Киносъемочный аппарат MPE для 16-мм киноплёнки // Техника кино и телевидения. 1977. № 11. С. 81.
79. Киносъемочные аппараты для 35-мм киноплёнки на выставке Photokina-78 // Техника кино и телевидения. 1979. № 4. С. 64–65.
80. Киносъемочная техника / Под общ. ред. Е. М. Голдовского. М.: Госкиноиздат, 1952. 464 с.
81. Киносъемочный аппарат "Кинор 35Р" / Л.З. Каплан, Л.И. Офицеров, С.А. Соломатин, С.И. Рудман // Техника кино и телевидения. 1980. № 4. С. 14–16.
82. Киносъемочный аппарат "Кинор 35Р II" / Е.Г. Бычко, Л.З. Каплан, Л.И. Офицеров и др. // Техника кино и телевидения. 1983. № 4. С. 14–15.
83. Киносъемочные объективы отечественного и зарубежного производства для съемки обычных, широкоэкранных и широкоформатных кинофильмов. М.: Госкино СССР, 1978. 110 с. (Обзорн. информ. № 29).
84. Кинотелевизионный комплекс "Славутич" для съемки игровых фильмов / Д.Н. Вакулюк, В.В. Коваленко, И.М. Пономарев и др. // Техника кино и телевидения. 1974. № 9. С. 6–20.
85. Клименко Г.К., Макарец В.В., Розникна Т.Ю. Опыт внедрения технологии записи художественных фильмов с использованием 6,25-мм магнитной ленты // Техника кино и телевидения. 1973. № 1. С. 16–20.
86. Клименко Г.К., Марсов С.В., Розникна Т.Ю. Новое в технологии звукового оформления кинофильмов // Техника кино и телевидения. 1978. № 8. С. 41–43.
87. Коваленко В.В. Исследование и разработка номенклатурного ряда и параметров профессиональной киносъемочной аппаратуры: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л.: ЛИКИ, 1978. 25 с.
88. Коваленко В.В. Отечественные и зарубежные профессиональные киносъемочные аппараты. М.: НИКФИ, 1977. 43 с. (Обзорн. информ. Сер. Фотокинотехника. Вып. 22).
89. Коваленко В.В. Киевская киностудия им. А.П. Довженко в десятой пятилетке // Техника кино и телевидения. 1981. № 6. С. 18–24.
90. Коваленко В.В., Пономарев И.М. Принципы построения телевизионных и кинотелевизионных средств киностудий // Техника кино и телевидения. 1983. № 1. С. 3–10.
91. Комар В.Г. Развитие советской кинотехнической науки // Техника кино и телевидения. 1979. № 8. С. 5–9.
92. Комбинированные киносъемки / Л.Г. Гольштейн, Г.П. Сенотов, Я.Л. Лейбов и др. М.: Искусство, 1978. 264 с.
93. Комбинированный студийный осветитель // Техника кино и телевидения. 1978. № 12. С. 76.
94. Комплект дистанционного управления операторским освещением со специальной управляющей электронно-цифровой машиной / Е.В. Киселев, В.И. Корниенко, А.А. Котляр, И.Н. Осколков // Техника кино и телевидения. 1978. № 1. С. 27–33.
95. Коноплев Б.Н. Основы фильмопроизводства. М.: Искусство, 1975. 448 с.
96. Конторович В.А. Эксплуатация светотехнического оборудования киностудий. М.: Искусство, 1968. 176 с.

97. Корректировочные светофильтры для цветных подводных съемок / М.Г. Комоликов, А.М. Курицын, И.А. Холин, Е.М. Шляхтер // Техника кино и телевидения. 1983. № 9. С. 16–20.
98. Кром Л.Н. Объектив с переменным фокусным расстоянием от 500 до 1000 мм // Техника кино и телевидения. 1981. № 10. С. 17–19.
99. Кудряшов А.Н. Встроенный фотоэлектрический экспонометр // Техника кино и телевидения. 1978. № 6. С. 75–76.
100. Кудряшов Н.Н. Специальные киносъемки. М.: Искусство, 1979. 286 с.
101. Кулагин С.В. Проектирование фото- и киноприборов. М.: Машиностроение, 1971. 328 с.
102. Курицин А.М., Семенхин Н.Т. Современные приборы киносъемочного технологического освещения // Тез. докл. 9-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Технология фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1987. С. 56–57.
103. Курицин А.М., Семенхин Н.Т. Перспективы развития техники и технологии операторского освещения // Тез. докл. 9-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Технология фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1987. С. 52–55.
104. Лазаров Л. Геливизион-73 // Техника кино и телевидения. 1976. № 9. С. 4–17.
105. Магнитофон "Ритм 320" / С.Ф. Алексеева, Г.А. Гельперн, И.А. Герцев и др. // Техника кино и телевидения. 1982. № 1. С. 25–31.
106. Максимова В.М., Умикова А.И. Некоторые операторские проблемы цвета в кино и технологические пути их решения // Техника кино и телевидения. 1980. № 12. С. 11–14.
107. Малогабаритный гиростабилизатор для камеры Aggiflex // Техника кино и телевидения. 1980. № 4. С. 73.
108. Маслачков В.Н. Объектив с переменным фокусным расстоянием для ручных киносъемочных аппаратов // Тр. НИКФИ. 1983. Вып. 115. С. 50–61.
109. Меламед Ю.И., Мунькин В.Б., Бабенко В.В. Методы и средства стабилизации киносъемочной аппаратуры // Тез. докл. 5-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Кинотехнические средства в изобразительном решении фильма". М.: Госкино СССР, 1979. С. 41–43.
110. Меламед Ю.И., Рудинский И.Ф., Уваров А.С. Измерение параметров движения панорамирующих штативных головок гироскопическим датчиком // Техника кино и телевидения. 1984. № 6. С. 18–20.
111. Меламед Ю.И., Фатеев В.В. Системы и устройства стабилизации положения киносъемочного аппарата. М.: НИКФИ, 1975. 37 с. (Обзорн. информ. Вып. 2).
112. Мнз К., Джеймс Т. Теория фотографического процесса / Пер. с англ. Л.: Химия, 1973. 575 с.
113. Микропроцессорная система для автоматической настройки камер ЦТ / Б.Н. Бычков, В.А. Дамбит, Н.А. Калинин и др. // Техника кино и телевидения. 1984. № 8. С. 35–41.
114. Микшерные пульта 90К45 / Б.З. Быстров, Я.И. Депман, О.В. Плющева и др. // Техника кино и телевидения. 1981. № 11. С. 37–39.
115. Мирошников А.И. Разрешающая способность системы "объектив – киносъемочный аппарат – киноплёнка" // Техника кино и телевидения. 1983. № 1. С. 10–14.
116. Мирошников А.И., Нисский А.В., Петин М.И. Усилить внимание к созданию контрольно-измерительных приборов для объективной оценки качества киносъемочных аппаратов // Техника кино и телевидения. 1981. № 12. С. 13–15.
117. Моцкус А. О съемке телевизионного фильма "Американская трагедия" // Техника кино и телевидения. 1982. № 5. С. 31–34.
118. Нестеров В.А., Рябов В.И. Операторский кран с механизированной системой балансировки стрелы // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 28–31.
119. Никульский Е.В. О звуковой культуре и техническом уровне стереофонии в кино // Техника кино и телевидения. 1983. № 2. С. 32–36.
120. Новая аппаратура фирмы Panavision // Техника кино и телевидения. 1978. № 2. С. 82.

121. Новая система киносъемочного освещения Omni-light // Техника кино и телевидения. 1977. № 9. С. 85.
122. Новая 35-мм синхронная киносъемочная камера Moviesam // Техника кино и телевидения. 1980. № 7. С. 65.
123. Новик Ф.С., Глотова Л.М. Спектральные свойства киносъемочных объективов // Техника кино и телевидения. 1979. № 1. С. 11–15.
124. Новик Ф.С., Ногин П.А. Киносъемочная оптика. М.: Искусство. 1968. 405 с.
125. Новости техники освещения на выставке Photokina-76 // Техника кино и телевидения. 1977. № 7. С. 86.
126. Новые изделия для киносъемок // Техника кино и телевидения. 1978. № 9. С. 78.
127. Новые конструкции объективов для киносъемочных аппаратов // Техника кино и телевидения. 1978. № 10. С. 86.
128. Новый портативный двухканальный микшерный пульт 90K53 / Б.З. Быстров, А.В. Колосков, Н.Л. Обухович, О.В. Плющева // Техника кино и телевидения. 1985. № 3. С. 29–32.
129. Обзор важнейших работ по кинотехнике 1974 года // Техника кино и телевидения. 1975. № 5. С. 11–15.
130. Обзор основных работ по технике профессиональной кинематографии, выполненных в 1978 году // Техника кино и телевидения. 1979. № 5. С. 3–22.
131. Обзор основных работ по технике профессионального кинематографа, выполненных в 1979 году // Техника кино и телевидения. 1980. № 5. С. 4–12.
132. Обзор основных работ по технике профессиональной кинематографии, выполненных в 1981 году // Техника кино и телевидения. 1982. № 5. С. 10–11.
133. Обзор основных работ по технике профессиональной кинематографии, выполненных в 1982 году // Техника кино и телевидения. 1983. № 5. С. 3–4.
134. Обзор основных работ по технике профессиональной кинематографии, выполненных в 1983 году // Техника кино и телевидения. 1984. № 5. С. 5.
135. Обзор основных работ по технике профессиональной кинематографии, выполненных в 1984 году // Техника кино и телевидения. 1985. № 6. С. 7–9.
136. Обзор основных работ по технике профессиональной кинематографии, выполненных в 1984 году // Техника кино и телевидения. 1985. № 6. С. 3–22.
137. Объективные критерии качества профессиональных микрофонов / Б.Г. Белкин, В.М. Горелик, В.В. Усачев, А.Э. Шрайбман // Техника кино и телевидения. 1982. № 7. С. 13–16.
138. Оловогалогенные лампы с короткой дугой для осветительных приборов // Техника кино и телевидения. 1979. № 2. С. 72.
139. О многослойном просветлении фотообъективов // Техника кино и телевидения. 1978. № 8. С. 83.
140. Осветительная аппаратура на выставке Photokina-76 // Техника кино и телевидения. 1977. № 10. С. 89.
141. Операторский кран-штатив Mantis // Техника кино и телевидения. 1978. № 7. С. 83.
142. Операторский шлем-опора для крепления кинокамеры // Техника кино и телевидения. 1978. № 11. С. 80.
143. Осветительные приборы для производства фильмов / А.М. Курицын, В.Г. Пелль, В.А. Голостенов и др. // Тр. НИКФИ. 1979. Вып. 97. С. 159–164.
144. Осинова Л.П., Матвеева С.Н., Бабаев А.А. Стабилизация оптических приборов, работающих с рук // Оптико-механ. пром-сть. 1982. № 2. С. 50–55.
145. О технологии фильмопроизводства с применением кодирования носителей изображения и звука / Г.К. Клименко, В.С. Лагузинский, С.В. Марсов и др. // Техника кино и телевидения. 1978. № 9. С. 3–10.
146. Парфентьев А.И. Магнитная запись в кинотехнике. М.: Искусство, 1957. 280 с.
147. Пелль В.Г. Киносъемочное освещение на студиях Советского Союза // Техника кино и телевидения. 1977. № 11. С. 12–19.

148. Пелль В.Г. Некоторые вопросы технологии современной киносъемки // Техника кино и телевидения. 1975. № 6. С. 76–84.
149. Переносной комплекс магнитной записи КЗМП11 / А.С. Баранов, Г.А. Гельперн, В.В. Гудасов и др. // Техника кино и телевидения. 1983. № 8. С. 3–9.
150. Перов В.А. Профессиональные киносъемочные аппараты для съемки на 35-мм киноплёнку. М.: ЦНИИ информ. и техн-эконом. исследований, 1979. 73 с. (Рефер. обзор № 2128).
151. Перспективные системы электропитания и управления операторскими осветительными приборами при съемках кино- и телефильмов / А.А. Котляр, И.Н. Осколков, А.А. Шуман, В.И. Корниенко // Тез. докл. 5-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Кинотехнические средства в изобразительном решении фильма". М.: Госкино СССР, 1979. С. 60–62.
152. Петрицкий А.А. Некоторые особенности в современной работе оператора художественного фильма // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 6–8.
153. Подвесная операторская платформа. Проспект фирмы TCS // Техника кино и телевидения. 1976. № 6. С. 80.
154. Попов Б.А., Шенько В.В. Система кодирования фильмовых материалов киностудии "Беларусьфильм" // Техника кино и телевидения. 1981. № 2. С. 18–21.
155. Попов В.А., Перов В.А. 35-мм профессиональный киносъемочный аппарат и его технический уровень // Техника кино и телевидения. 1977. № 12. С. 32–35.
156. Поташников А.И. Кинотелевизионный комплекс 1КНК-М // Техника кино и телевидения. 1982. № 10. С. 27–34.
157. Поташников А.И., Студенкин В.А. Система электронного монтажа видеофонограмм для фильмопроизводства // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 169–173.
158. Прибылов В.В., Хрупакова Т.В., Крылов Д.В. Важнейшие изобретения в области 35-мм киносъемочной аппаратуры и операторского оборудования за 1980–1983 гг. М.: ЦООНТИ по кинематографии, 1984. 95 с. [Обзорн. информ., вып. 7 (74)].
159. Принадлежности к киносъемочным аппаратам // Техника кино и телевидения. 1979. № 4. С. 65.
160. Провозин А.С., Прядко А.М., Халяпин В.В. Контроль динамических характеристик киносъемочного аппарата // Техника кино и телевидения. 1983. № 10. С. 62–65.
161. Прогресс 1983: Обзор. // Техника кино и телевидения. 1984. № 10. С. 71–73.
162. Проспект фирмы Nikon (Япония) // Техника кино и телевидения. 1981. № 1. С. 73–74.
163. Прядко А.М., Халяпин В.В. Комплексная оценка киносъемочной аппаратуры по разрешающей способности // Техника кино и телевидения. 1981. № 9. С. 54–58.
164. Пятьдесят лет Киевской киностудии им. А.П. Довженко / В.А. Калашников, В.В. Коваленко, Н.А. Филькевич, Ф.И. Цельмер // Техника кино и телевидения. 1978. № 7. С. 9–18.
165. Режиссерский видоискатель Mark IV // Техника кино и телевидения. 1980. № 2. С. 68–69.
166. Развитие советской профессиональной киносъемочной аппаратуры / О.Ф. Гребенников, И.Б. Артишевская, В.Ф. Гордеев, Д.В. Крылов // Техника кино и телевидения. 1977. № 10. С. 13–22.
167. Разработка и внедрение ТВ средств в технику кинематографа / М.В. Антипин, И.С. Голод, В.М. Ищуткин и др. // Техника кино и телевидения, 1979. № 8. С. 39–47.
168. Решение научно-технического совета Госкино СССР // Техника кино и телевидения. 1978. № 2. С. 91.
169. Рудинский И.Ф. Исследование колебаний рук оператора при киносъемке // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР, 1985. С. 37–38.
170. Рябов В.И., Нестеров В.А. Операторский кран с плавно изменяющейся дли-

ной стрелы для дистанционно управляемых съемочных аппаратов // Техника кино и телевидения. 1976. № 11. С. 20–23.

171. Савоскин В.И. Вариобъективы портативных камер для видеожурналистики внестудийного видеопроизводства // Техника кино и телевидения. 1983. № 10. С. 66–70.

172. Савоскин В.И. Вариобъективы для портативных камер цветного ТВ // Техника кино и телевидения. 1980. № 2. С. 59–63.

173. Самый большой операторский кран: Проспект фирмы TCS // Техника кино и телевидения. 1976. № 7. С. 85.

174. Самоходная операторская тележка с микропроцессором Panther // Техника кино и телевидения. 1985. № 1. С. 69.

175. Светофильтры для киносъемки световых эффектов // Техника кино и телевидения, 1983. № 1. С. 71–72.

176. Системы компенсации колебаний КСА при съемках с подвижного основания / В.Ю. Торочков, Ю.И. Маламед, В.А. Бабенко и др. // Тез. докл. 8-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Техника фильмопроизводства". М.: Госкино СССР. 1985. С. 35–36.

177. Система стабилизации вертолета при киносъемках и телепередачах Ministab // Техника кино и телевидения. 1976. № 10. С. 75.

178. Соколова В.Е., Моисеева И.А., Шалина Е.В. Киноосветительный прибор "Свет-2000М" с галогенной лампой накаливания мощностью 2000 Вт // Тр. НИКФИ. 1976. Вып. 81. С. 7–9.

179. Соломатин С.А., Бычко Е.Г. Новый синхронный штативно-плечевой киносъемочный аппарат "Кинор 35 С" // Техника кино и телевидения. 1984. № 2. С. 3–6.

180. Состояние и перспективы развития техники и технологии операторского освещения / В.И. Гладышев, Н.Ф. Земцова, А.М. Курицын и др. // Техника кино и телевидения. 1979. № 9. С. 34–39.

181. Стабилизированная гироскопом опора для киносъемочного аппарата // Техника кино и телевидения. 1977. № 10. С. 85.

182. Таким должен быть профессиональный 35-мм киносъемочный аппарат / О.Ф. Гребенников, В.В. Коваленко, Г.В. Левитин и др. // Техника кино и телевидения. 1979. № 10. С. 10–18.

183. ТВ-объектив: Проспект фирмы Schneider // Техника кино и телевидения. 1982. № 4. С. 72–73.

184. Телевизионный комплекс 1КНК / А.В. Буравцев, В.Ф. Гордеев, Ю.В. Коваленко и др. // Тез. докл. 5-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Кинотехнические средства в изобразительном решении фильма". М.: Госкино СССР, 1979. С. 88–89.

185. Тельнов Н.И. Телевизионная техника в кинопроизводстве. М.: Искусство, 1978. 222 с.

186. Тельнов Н.И., Блаженков В.А., Высоцкая Т.С. Передвижной комплект кинотелевизионного оборудования "Видеоваген" // Тр. НИКФИ. 1975. Вып. 78. С. 21–32.

187. Техника подводных съемок / Г.Ф. Емельянов, А.С. Осипенко, А.А. Сахаров, И.Б. Утробин // Тр. НИКФИ. 1975. Вып. 78. С. 54–73.

188. Титова Т.Я. Киностудия Ленфильм (обзор новых работ по кинотехнике за 1981 г.) // Техника кино и телевидения. 1982. № 5. С. 26–28.

189. Толмачев В.Б. Производство телефильмов. М.: Искусство, 1971. 256 с.

190. Толчан Я.М. Киносъемочная аппаратура. М.: Госкиноиздат, 1968. 252 с.

191. Торочков В.Ю. Компенсация колебаний киносъемочного аппарата. М.: ЦООНТИ по кинематографии. 1982. 62 с. [Обзорн. информ. Вып. 7 (57)].

192. Торочков В.Ю. Стабилизатор-демпфер поля зрения киносъемочного аппарата "Аррифлекс" // Техника кино и телевидения, 1982. № 5. С. 29–30.

193. Торочков В.Ю. Системы компенсации колебаний киносъемочного аппарата // Техника кино и телевидения. 1982. № 10. С. 7–13.

194. Торочков В.Ю. Компенсатор колебаний изображения НИКФИ – МКБК. // Техника кино и телевидения. 1984. № 6. С. 10–12.

195. Троицкий Г.Н. Анализ процесса фокусировки при киносъемке с относительным перемещением киноаппарата и сюжетно важного объекта // Тр. ЛИКИ. 1977. Вып. 30. С. 94–100.
196. Трусьюко В.Л., Поташников А.И., Середин В.Л. Принципы построения системы кодирования фильмовых материалов // Техника кино и телевидения. 1974. № 9. С. 28–37.
197. Трусьюко В.Л., Чаадаев В.В., Чернов В.Г. Научно-технический прогресс в производстве фильмов и его экономические аспекты // Техника кино и телевидения. 1984. № 4. С. 3–8.
198. Трусьюко В.Л., Шитов Л.В. На международной выставке Photokina-80. Техника киносъемки и обработки кинофотоматериалов // Техника кино и телевидения. 1981. № 6. С. 58–65.
199. Узкоплёночные кинокамеры на выставке Photokina-78 // Техника кино и телевидения. 1979. № 4. С. 65.
200. Форд Р. Гидравлические головки и штативы для кинокамер // Техника кино и телевидения. 1976. № 9. С. 11.
201. Фотокинетика / Под ред. Е. А. И о ф и с а. М.: Сов.энциклопедия, 1981. 447 с.
202. Фризер Х. Фотографическая регистрация информации / Пер. с нем. М.: Мир, 1978. 672 с.
203. Цветофотографические характеристики киносъёмочных объективов / Л.И. Архипов, Л.М. Глотова, В.В. Курпик, Г.З. Черниловская // Техника кино и телевидения. 1981. № 12. С. 22–26.
204. Чесноков В.Н. Устройства автоматической фокусировки для фото-, кино- и ТВ-камер // Техника кино и телевидения. 1982. № 3. С. 64–69.
205. Чесноков В.Н., Кривовяз А.Л., Поташников А.И. Особенности проектирования устройств беспараллаксного телевизионного визирования киносъёмочных аппаратов // Тр. НИКФИ. 1983. Вып. 115. С. 39–48.
206. Чумак В.Г. Фотографический контроль системы объектив – киносъёмочный аппарат – киноплёнка // Техника кино и телевидения. 1983. № 2. С. 8–19.
207. Шадрин Л.П., Яриновская А.Л. Светооптические характеристики луп киносъёмочных аппаратов // Техника кино и телевидения. 1984. № 6. С. 12–17.
208. Шахин С.З., Вальшунов В.В., Нисский А.В. Системы управления перемещениями киносъёмочных аппаратов и вспомогательное оборудование для съёмочного процесса // Тез. докл. 5-й Всесоюз. научно-техн. конф. "Кинотехнические средства в изобразительном решении фильма". М.: Госкино СССР, 1979. С. 37–38.
209. Шитов Л.В. Профессиональные автономные магнитофоны "Nagra" // Техника кино и телевидения. 1980. № 8. С. 58–63.
210. Шлякин М.Г. Современные вариообъективы с большой кратностью изменения фокусных расстояний // Журн. научн. и прикл. фотографии и кинематографии. 1979. Т. 24. № 6. С. 462–469.
211. Штативная головка "Standart 7+7" // Техника кино и телевидения. 1979. № 8. С. 70.
212. Штативы фирмы "Sachtler" // Техника кино и телевидения. 1980. № 4. С. 74.
213. Шульман М.Я. Устройства для автоматической фокусировки фото- и киносъёмочных аппаратов // Оптико-механ. пром-сть. 1978. № 3. С. 54–68.
214. Щедринский М.М. Дополнительная дозированная засветка как техническое и художественное средство // Техника кино и телевидения. 1978. № 3. С. 25–29.
215. Яриновская А.Л. Автоколлиматоры и точность дистанционных шкал объективов // Техника кино и телевидения. 1982. № 8. С. 3–6.

Предисловие 3

Введение 5

Глава 1. Общая характеристика киносъемочного процесса 8

1.1. Виды киносъемок и их особенности 8

1.2. Основные тенденции совершенствования киносъемочного процесса . . . 15

1.3. Современная технология киносъемочного процесса и ее аппаратное обеспечение 20

Глава 2. Киносъемочные аппараты 23

2.1. Виды киносъемочных аппаратов 23

2.2. Основные характеристики киносъемочных аппаратов 39

2.2.1. Эргономические характеристики 42

2.2.2. Точностные параметры 51

2.2.3. Эксплуатационные характеристики 54

2.3. Новые киносъемочные аппараты 63

2.3.1. Требования к новым киносъемочным аппаратам 63

2.3.2. Новые модели киносъемочных аппаратов 68

2.3.3. Направления дальнейшего совершенствования киносъемочных аппаратов 74

Глава 3. Киносъемочные объективы 76

3.1. Характеристики киносъемочных объективов 76

3.1.1. Оптические характеристики 77

3.1.2. Светотехнические характеристики 80

3.1.3. Аберрационные характеристики 85

3.1.4. Характеристики качества изображения, создаваемого киносъемочным объективом 90

3.1.5. Конструктивные характеристики 96

3.1.6. Эксплуатационные характеристики 98

3.2. Виды киносъемочных объективов, их особенности 99

3.2.1. Объективы для съемки обычных фильмов на 35-мм киноплёнку . 100

3.2.2. Объективы-анаморфоты для съемки широкоэкранных фильмов на 35-мм киноплёнку 104

3.2.3. Объективы для съемки широкоформатных фильмов на 70-мм киноплёнку 106

3.2.4. Объективы для съемки фильмов на 16-мм киноплёнку 107

3.2.5. Объективы с переменным фокусным расстоянием 108

Глава 4. Вспомогательная операторская техника 115

4.1. Вспомогательные устройства КСА 115

4.1.1. Оптические вспомогательные устройства 115

4.1.2. Механические вспомогательные устройства 122

4.1.3. Электрические и электронные вспомогательные устройства 122

4.2. Технические средства установки и перемещения КСА 134

4.2.1. Киноштативы и панорамные головки 134

4.2.2. Киносъемочные опоры для съемки с движущихся оснований	138
4.2.3. Операторский транспорт	149
4.3. Тенденции развития вспомогательной операторской техники и транспорта	156
Глава 5. Технические средства освещения объекта киносъемки	158
5.1. Характер и элементы киносъемочного освещения	158
5.2. Источники света для киноосвещения	160
5.3. Киноосветительные приборы	167
5.4. Вспомогательное осветительное оборудование	179
5.5. Технические средства экспонометрического контроля освещения при киносъемке	187
5.6. Тенденции развития киноосветительной техники	190
Глава 6. Технические средства звукозаписи при киносъемке	192
6.1. Звукозапись на киносъемочной площадке	192
6.2. Синхронизация носителей звука и изображения	193
6.3. Аппараты записи звука, применяемые при киносъемке	199
6.4. Микрофоны, применяемые при звукозаписи на киносъемках	221
6.5. Вспомогательные устройства звукозаписи	232
6.6. Переносные микшерные пульта, используемые при первичной записи звука	232
6.7. Профессиональные головные телефоны	235
Глава 7. Киносъемочные комплексы	237
7.1. От киносъемочного аппарата к киносъемочному комплексу	237
7.2. Аппаратурно-технологический комплекс для киносъемок игровых фильмов на натуре 1 КНК	241
7.3. Аппаратурно-технологический комплекс для репортажных съемок 1 КРК	249
7.4. Аппаратурно-технологические комплексы для многокамерной киносъемки	250
7.5. Аппаратурно-технологический комплекс для подводных киносъемок	254
Заключение	259
Список литературы	261

Производственное издание

Константин Григорьевич Ершов

КИНОСЪЕМОЧНАЯ ТЕХНИКА

Редактор *Т.Г. Филатова*
Художественный редактор *Н.В. Зимаков*
Переплет художника *В.И. Коломейцева*
Технический редактор *Г.Г.Семенова*
Корректор *Е.И. Березина*
Оператор *Т.Б.Косова*

ИБ № 4812

Сдано в набор 06.08.87.	Подписано в печать 04.08.88.	М-33405.
Формат 60×90 1/16.	Бумага офсетная № 1.	Гарнитура Пресс Роман.
Печать офсетная.	Усл. печ. л. 17,0.	Усл. кр.-отт 17,5.
Уч.-изд. л. 19,48.	Тираж 10000 экз.	Заказ 556. Цена 1 р. 40к.

Ленинградское отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства "Машиностроение", 191065, Ленинград, ул. Дзержинского, 10.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения "Техническая книга" им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.